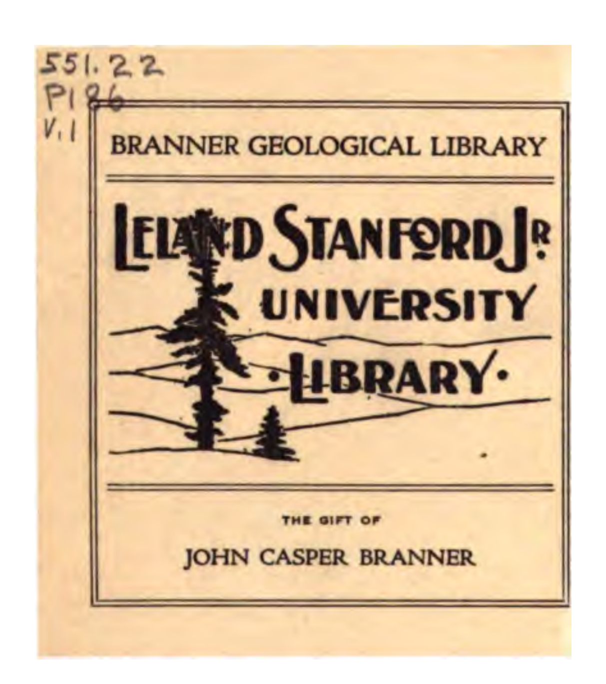



551.22
P186
V.1
BRANNER GEOLOGICAL LIBRARY
LELAND STANFORD JR.
UNIVERSITY
·LIBRARY·
THE GIFT OF
JOHN CASPER BRANNER

[redacted]

INFORME

DE LA COMISION CIENTIFICA

DEL

Instituto Nacional de Guatemala,

NOMBRADA

Por el Sr. Ministro de Instruccion Pública

PARA EL ESTUDIO DE LOS FENÓMENOS VOLCÁNICOS

EN EL LAGO DE ILOPANGO

De la República del Salvador.

GUATEMALA.

TIPOGRAFIA DE "EL PROGRESO," 8.ª CALLE PONIENTE NUM. 11.

1880.

INTRODUCCION.

Desde los primeros dias de Enero del corriente año comnnicaban los periódicos de la República del Salvador estrañas noticias acerca de los curiosos fenómenos del Lago de Ilopango.

Los temblores de tierra que tantas veces han convertido en escombros nuestras mas hermosas ciudades, fruto de la actividad y el progreso, se sucedían sin interrupcion en la capital de la vecina República y como su mayor intensidad la tuvieron en una circunferencia cuyo centro ya se habia tenido ocasion de notar fuera el Lago de Ilopango, era de presumirse que en las actuales circunstancias se repitiesen las catástrofes pasadas, ó bien, que alguna manifestacion esterior tuvieran aquellas fuerzas internas.

Así fué, en efecto, observándose repentinamente rocas que surjian del fondo de las aguas. La sorpresa, el interés científico y la natural curiosidad que esta clase de fenómenos despiertan, recordando la formacion del Jorullo é Izalco, inspiraron al Director del Instituto Nacional Dr. Don Santos Toruño la idea de que una comision del seno del Establecimiento que tan dignamente dirije, fuese á estudiar de cerca estos fenómenos. Comunicó la idea al Sr. Ministro de Instruccion Pública que la acojió con agrado y le autorizó para que nombrase la comision.

Provista de los instrumentos necesarios marchó la comision compuesta de los Señores Don Manuel R. Ortega, Ingeniero Topógrafo y Profesor del Instituto; Don Gregorio Aguilar, alumno, y el infrascrito Profesor y sub-Director del Observatorio.

Debo consignar aquí los nombres de los Dres. Don Darío Gonzalez y Don Ambrosio Mendez, quienes se sirvieron comunicarnos preciosos datos sobre los actuales temblores y las pasadas ruinas de San Salvador; lo mismo que los informes científicos que debemos á la amabilidad del Geólogo Señor Goodyear, sin los cuales no hubiéramos podido recojer todo el material que ofrecemos á nuestros lectores.

Igualmente agradezco, á nombre de la comision, la buena acojida y eficaz cooperacion que se sirvieron prestarnos los Señores Dr. Don Rafael Zaldivar, Presidente del Salvador; el Señor Ministro Don Salvador Gallegos, el General Don Rafael Mora y el Sr. Gobernador Don Anjel Paredes.

Guatemala, Mayo de 1880.

Edwin Rockstroh.

RELACION DEL VIAJE.

En la mañana del 12 de Febrero salíamos de Guatemala con direccion á Cerro Redondo, cruzando el valle de Guatemala formado por arena y ceniza volcánica y productos de la descomposicion de piedra pómez y pórfidos, hasta llegar á la cuesta de Pinula, donde las rocas porfíricas constituyen el flanco de la meseta que se estiende desde la cumbre hasta Fraijanes.

Sobre esta cumbre pasa la línea divisoria de las aguas de Guatemala, llevando el riachuelo que baja á la Villa de Guadalupe sus aguas al rio de las Vacas (tributario del Motagua), en tanto que los riachuelos que se descubren cerca de los caserios Puerta de San Justo, Fraijanes, etc., pertenecen al sistema del rio Michatoya, que desemboca en el Océano Pacífico.

La estensa meseta mencionada se inclina hácia el Sur y en esta direccion está interrumpida por numerosos barrancos, entre los que se distingue principalmente el pórfido que forma la base de casi toda la parte sur del suelo de la República. Este pórfido está cubierto por una capa de arena y ceniza volcánica y conglomerados á los cuales se agregan depósitos de arcilla amarilla que tienen su mayor estension en la Cuesta Verde, que es la bajada á Cerro Redondo.

El Cerro Redondo es un pequeño volcan de forma muy regular, y con un cráter casi circular, en cuyo pié se encuentran las plantaciones de café y caña de azúcar de la hacienda del mismn nombre. Al Este y en primer término se descubre la laguna del Pino y mas allá se elevan las montañas de Mataquescuintla y Santa Rosa; y al Sur se estienden hermosos valles entre los cerros de la Gavia y San Juan de Utapa.

Al pié de la cuesta que baja á Cerro-Redondo y cerca de la ranchería Los Verdes se encuentra basalto, que rompió aquí las rocas porfíricas.

En Cerro-Redondo comienza una lava basáltica, muy celular,

de color oscuro, que cubre casi todo el terreno entre los rios Maria Linda y Los Esclavos, constituyendo lo que se llama "Malpais." En algunos lugares tambien aparecen arcillas amarillas, principalmente en la cuesta entre Barberena y Cuajiniquilapa. En los alrededores de esta última vílla se encuentran además escorias volcánicas. La mencionada lava, procedente del Cerro-Redondo, forma una capa no muy gruesa sobre rocas porfíricas, las que de nuevo aparecen al Este del profundo valle del rio de los Esclavos, siendo aquí y hasta el pié de la cuesta de "La Leona" de un color mas oscuro.

La cuesta de La Leona entre el Oratorio y Jocotillo, conduce á un valle estenso, regado en su parte Occidental por numerosos riachuelos que forman el rio Margarita, afluente principal del rio de los Esclavos. Una montaña elevada que termina cerca del rio Paz con el cerro de Comapa, limita este valle hácia el Norte y el grupo de los cerros Moyuta y Conguaco lo separa del plano de la costa.

Entre Las Marias y Los Hoyos pasa la línea divisoria de los sistemas de los rios Paz y Los Esclavos.

La mitad oriental del valle á que me refiero, principalmente entre Jalpatagua y el rio Paz, es casi una sola plancha de piedra. La vejetacion se levanta raquítica entre innumerables rocas y el color amarillo de sus hojas indica la ingratitud de la tierra que la sustenta: todo es seco, quemado; y las faldas de los cerros de Comapa y Conguaco, sembradas de piedras de un color negro, aumentan la tristeza del paísaje que se prolonga hasta el rio Paz.

Todo este terreno está formado por rocas porfíricas de un color gris; en pocos lugares como en Jocotillo, Tierra-blanca y cerca de Jalpatagua se observan productos de descomposicion de estos pórfidos ,principalmente arcilla.

Dos leguas al Este de una pequeña ranchería, El Coco, se llega al borde de un profundo y angosto valle, en donde corre el rio Paz. Pórfidos traquíticos forman los lados de este valle que al Norte del vado se ensancha algo, para encajonar mas hácia el Sur el rio de tal manera, que no queda lugar aun para una vereda.

Aquí tenemos el límite entre las zonas del levantamiento volcánico de Guatemala y el Salvador, terminando la primera con el Chingo y los cerros de Comapa y Conguaco, y comenzando la otra por los volcanes de Santa Ana é Izalco, ambos activos actualmente.

Subiendo la cuesta del lado izquierdo del rio Paz, se llega á un estenso plan entre la montaña costanera del Salvador al Sur y los ramales de la cordillera principal al Norte.

Entre las Ranas y Atiquizaya este plan está interrumpido por pequeños barrancos debidos á la erosion por algunos afluentes secundarios del rio Paz, entre los cuales uno es notable por la elevada temperatura de sus aguas (45,5° Cels.) Este "Rio Caliente" nace como á 2 leguas al Sur de Atiquizaya y va á reunirse con el rio de Chalchuapa.

Entre Atiquizaya y Santa Ana, y mas allá todavia, hasta Coatepeque, el camino pasa por terrenos muy fértiles, formados de arcilla y estensas capas de productos volcánicos muy descompuestos, los que suficientemente regados, dan un suelo excelente para la agricultura.

El plano de Chalchuapa está separado por un grupo de colinas al Este de Coatepeque, de otro menos estenso, cuya parte central está ocupada por el lago (ó mejor ciéuega) de Zapotitlan. El desagüe de este lago es el rio Sucio, afluente del Lempa, cuyo cauce aumenta con el tributo de todos los riachuelos que bajan de la sierra costanera y del volcan de San Salvador.

Tomamos el camino que de la Hacienda de San Andrés va por El Sitio del Niño (vado del rio Sucio) hácia el Sur, al pié del majestuoso volcan de San Salvador.

Aquí el viajero que se sentia abrazado por los ardientes rayos de un sol tropical en la parte anterior del camino desprovisto de una vejetacion lozana y abundante, entra en una alameda no interrumpida y festonada con las mas hermosas plantas y mas raras parásitas. Por donde quiera que se dirija la vista se descubren añosos troncos cubiertos de musgo y sustentando entre sus robustas ramas la madeja enredada de mil plantas trepadoras; pequeños arbustos con perfumadas flores, lozanos árboles con frutas silvestres, y completando la armonia de aquel cuadro la gallarda palmera cuyo elevado penacho blandamente se mueve sobre el resto de la vejetacion, destacándose en el azul del firmamento. Estos son los bosques que cubren los contrafuertes del volcan de San Salvador, que como los de la costa baja se ostentan siempre majestuosos y exhuberantes sin que falte á su armonia el agreste concierto de mil aves canoras.

El punto mas interesante del camino entre el Sitio del Niño y El Guarumal es sin duda la laguna de Chanmico. Esta laguna ocupa el lugar de una depresion al pié occidental del volcan de San Salvador, estendiéndose casi una legua de Norte á Sur con una anchura como de 500 metros. Segun nos informaron tiene un desagüe hácia el Norte para el rio Sucio.

La noche nos sorprendió en el Callejon del Guarumal y si bien nos privó de hacer en este interesante lugar algunas observaciones sobre su formacion y el caracter de sus rocas, en cambio pudimos con-

templar un espectáculo raro y curioso. Al pié de un riachuelo, que baja del volcan de San Salvador, se levanta una pequeña eminencia cortada artificialmente á tajo para dar paso al camino; por entre sus menudas grietas brota escasamente agua y aquella pared sombría y húmeda se nos manifestaba tachonada de millones de puntos brillantes que ora se movian en caprichosas curvas, ora se reunian emitiendo regueros de luz. Eran innumerables luciérnagas (Lampyris sp. ?)

A las 8½ de la noche alcanzamos la cumbre y pocos momentos despues entrábamos en Santa Tecla ó Nueva San Salvador.

Esta ciudad, de reciente fundacion (en el año de 1854) está situada al Sud-Este del volcan de San Salvador, en medio de un valle bien cultivado. El suelo está formado por ceniza volcánica debajo de la cual se encuentran depósitos de escorias muy celulares que dan un excelente material para construccion de casas.

Al amanecer del dia siguiente, cuando el cielo estaba despejado, se nos hizo notar que al Nord-Este se descubrían nubes, pertenecientes á la columna de vapor que de continuo brota del nuevo cerro en el lago de Ilopango, levantándose aquella mañana á una altura de 1500 á 2000 piés.

La via férrea que se halla establecida entre Santa Tecla y San Salvador, hace el camino en 45 minutos. Hermosas plantaciones de café y caña de azúcar se encuentran á uno y otro lado del camino. Un lugar muy interesante es la Hoya, (antes Laguna de Cuscatlan) una depresion circular, parecida á un cráter; antes fué ocupado por una laguna que se vació despues del terremoto de 1873. Hoy está convertida en una hacienda de caña de azúcar.

A las ocho de la mañana llegamos á la capital de la República, donde permanecimos algunos dias para recojer todos los datos posibles sobre los temblores del año pasado y respecto de los sucesos en el lago de Ilopango, anteriores á nuestra llegada. Gracias á la eficaz cooperacion de los Señores mencionados en la Introduccion, nos fué posible reunir un material precioso sobre todo lo concerniente á los curiosos fenómenos volcánicos que veníamos á estudiar.

El único lugar cerca del lago de Ilopango que podíamos escojer para permanecer allí el tiempo necesario, era Apulo, pequeña rancheria inmediata á la playa, donde existe una casa de tejas que el Señor Presidente Dr. Don Rafael Zaldivar tuvo la amabilidad de poner á nuestra disposicion, lo mismo que las lanchas y remeros indispensables para visitar todos los puntos interesantes del lago.

En la tarde del 23 de Febrero nos trasladamos á Apulo. El ca-

mino carretero que de San Salvador conduce al lago, cruza primero el barranco del rio Acelhuate y pasa despues por Soyapango é Ilopango, poblaciones que sufrieron mucho por los últimos temblores y donde numerosas ruinas demuestran claramente la fuerza de las conmociones á las que tan frecuentemente está sujeto el suelo de esta parte de la República.

Al llegar á la cumbre de la cuesta que baja á Apulo, un espectáculo imponente se presentó á nuestra vista.

Las aguas del lago reflejando el azul del firmamento, apenas se rizaban por un viento suave; las montañas que rodean el lago con su eterna verdura, y mas allá sirviendo del límite al horizonte el majestuoso volcan de San Vicente.

En medio del lago se destacaban rocas de un color oscuro y de entre sus grietas brotaban pequeñas columnas de vapor que, reunidas á corta distancia y formando una gruesa columna, se elevaba al cielo hasta confundirse con las nubes y ser impelida con ellas por el viento.

No hacia mucho tiempo que nos habíamos instalado en Apulo cuando esperimentamos un temblor ligero. (9 ^{h} 21′ p. m.)

Al siguiente dia, 24 de Febrero, repartimos los trabajos. El Señor Ortega, ayudado del Señor Aguilar, practicó la nivelacion del lago para averiguar cual era el descenso de sus aguas; y yo me embarqué para sondear el lago desde Apulo hasta un punto de la orilla opuesta.

La columna de vapor no alcanzaba ese dia la altura que tuvo el dia anterior, pero era suficiente para envolver el volcan en toda su estencion. Cuando me hube acercado á él como á 400 metros, el viento arrastró en direccion opuesta la columna, siéndome entónces posible observar sus detalles.

Se presentaba como una masa de rocas aglomeradas, muy escarpadas y de formas caprichosas: columnas delgadas; rocas gruesas sobre una base angosta etc. etc. Por algunos momentos quedaron visibles las partes mas elevadas del volcan y entonces pude apreciar que los picos mas altos se elevaban como á 50 metros sobre la superficie actual del lago.

Cerca del volcan el agua se evaporaba continuamente, pero el vapor, poco denso, no se eleva aquí mas que uno ó dos decímetros sobre el agua.

La gran cantidad de vapor que forma algunas veces aquella columna inmensa, escapa del cerro mismo, produciendo continuamente un ruido semejante al escape de vapor en una máquina, pero aumentado de una manera estraordinaria. Cuando el aire está en calma, todo el volcan queda envuelto en vapor que se des-

prende de cada pulgada cuadrada de su superficie.

Delante del volcan á 100 metros de distancia hácia el Norte se levantó un peñazco aislado como de 15 metros de altura y 25 metros de circunferencia. A este peñazco me acerqué: toda la masa estaba formada por piedras sueltas, muy porosas; el agua tenia una temperatura de 48° centígrados y exhalaba un fuerte olor á hidrógeno sulfurado. Arranqué algunas piedras y como me fuera imposible llegar al cerro mismo pues comenzaba á aumentar la cantidad de vapor, tomé la direccion de dos pequeñas islas, restos de otro cerro del cual la mayor parte se hundió. Estas dos islas distaban como 150 metros del cerro principal y dando vuelta por un remolino fuerte, llegué pronto á ellas. El agua tenia aquí solamente 35° centígrados. Las mencionadas islas eran casi de igual tamaño, 10 metros de largo y ancho, y se elevaban como 3 metros sobre el agua. La piedra que las componia era mas compacta que la de la primera roca que visité, pero tambien bastante despedazada.

Ya eran las once de la mañana y el fuerte calor del sol (31°) me obligó á buscar la sombra en la orilla del Rincon del Cañal. Este nombre lleva una bahia al Sur del lago, cuyas playas antiguas estan formadas por capas de arena volcánica, piedra pómez en unas partes y de conglomerado en otras, delante de las cuales se estiende ahora una faja de arena gruesa.

El descenso de las aguas del lago dejó innumerables peces en la playa y disecados estos por el calor del sol cúbren por todas partes el suelo.

A la una de la tarde me puse de nuevo en camino para el cerro y cuando estuve cerca de él ví con sorpresa que la peña de la cual arranqué algunas piedras habia desaparecido por completo.

Despues de practicar varios sondeos entre Asino y el volcan, tomé el rumbo de Apulo á donde llegué á las cuatro de la tarde. Aquí encontré al Señor Goodyear, que habia ocurrido á inspeccionar el lago, pues en la capital circulaba la falsa noticia de haberse verificado un hundimiento total del cerro central en el dia anterior.

Al dia siguiente (25 de Febrero) me fuí al desagüe. Este, aunque se encuentra muy reducido, es todavia caudaloso y la corriente tan fuerte que impide el tránsito. Casi todo aquel dia me ocupé en sondear.

El agua del lago es impotable y la que de Ilopango nos trajeron adolecia del mismo defecto por tener sabor á hidrógeno sulfurado; hubo necesidad de proveernos de una buena cantidad de cocos de San Salvador.

El dia 26 llegaron á Apulo los Señores Imery, hermanos, hábiles fotógrafos que se proponian tomar vistas del volcan, tan cerca como les fuera posible para que saliesen visibles en la copia todos sus accidentes. Como las dos pequeñas islas al Sud-Oeste del cerro habian desaparecido, nos dirijimos el 27 de Febrero hácia el lado opuesto, esperimentando en este viaje un temblor de regular intensidad, acompañado de retumbo y que produjo un movimiento trepidatorio en la lancha, bastante desagradable. Despues de hacer varias tentativas los Señores Imery para obtener la vista, se retiraron: el hidrógeno sulfurado y otros gases muy abundantes aquel dia destruyeron toda imagen en los negativos.

Despues de haber recorrido en aquella mañana varios puntos del lago, nos fuimos á la playa de San Martin, donde el Señor Ortega efectuó algunas triangulaciones. Despues de haber regresado á Apulo me embarqué con el Señor Aguilar otra vez á las 6 de la tarde y tomé la direccion del cerro.

Un impetuoso viento del Sur que producia fuerte oleaje nos impedia casi la marcha, necesitando mas de hora y media para llegar cerca del volcan. La oscuridad de la noche nos envolvia; densas nubes que cubrian el cielo casi en su totalidad, aumentaban la oscuridad: un rujido fuerte se dejó oir, y en ese momento el cerro exhalaba una gruesa columna de vapor. Aunque los remeros, amedrentados, se negaban á continuar el viaje, pudimos sin embargo dar una vuelta al rededor del cerro para poder ver de cerca cualquier fenómeno luminoso; mas por todas partes el cerro se presentó oscuro.

Nuestro regreso no fué menos lento, porque el viento habia cambiado y un Norte violento nos batia.

Al dia siguiente (28 de Febrero) nos embarcamos con el firme propósito de llegar al volcan. La columna de vapor nos favorecia porque era insignificante; el lago, tranquilo, brillaba á la luz del sol naciente. Pronto llegamos al desagüe y de allí al Rincon del Cañal donde el Señor Ortega tenia que continuar sus operaciones.

A las 10½ me embarqué con el Señor Aguilar en direccion al volcan el que, casi despejado de vapores, nos ofreció alternativamente todos sus contornos. Hasta una distancia como de 200 metros del cerro, la temperatura del agua quedó entre los límites de 37 á 39° centígrados. Despues subia rápidamente y á 100 metros del volcan alcanzó 45°, escapándose ya de la superficie del lago pequeñas nubes de vapor que una suave brisa no dejó elevarse mucho.

El estremo oriental del volcan era el mas despejado y allí nos

hicimos conducir. Era un hecho curioso que tan cerca como estábamos al foco de toda esa actividad vólcánica, desapareciese casi por completo el mal olor de azufre que nos habia molestado mucho en varias partes del lago y principalmente en Apulo.

Por fin llegamos al cerro mismo atracando contra una enorme piedra, coloreada por peróxido de hierro, que como un cabo se levantaba, unida con la parte mas elevada del volcan por otras muchas rocas menores.

La temperatura del agua junto al volcan era de 50° cent.

El imponente ruido que producia el escape del vapor, la elevada temperatura del aire (37°) y las densas nubes que majestuosamente se balanceaban sobre nuestras cabezas, producian un con junto que impresionó hondamente nuestra imajinacion.

Repentinamente el viento llevó las nubes de vapor hasta envolvernos por completo, siendo entonces tan densas que nos impedian distinguir aun las cosas mas inmediatas; sin embargo, eran en aquel momento puro vapor de agua y con escepcion de su elevada temperatura no tenian nada de desagradable.

Llevando una cantidad de piedras que facilmente arrancamos á la roca ya descrita y que contra nuestra suposicion no estaba caliente, regresamos al Rincon. Ya se habia levantado el viento Sur y costó un duro trabajo á los remeros bogar contra las olas que chocaban en la lancha con el ímpetu de las olas del mar. Nuestro regreso á Apulo fué entonces muy veloz, no siendo necesario emplear los remos en la mayor parte del camino, porque el viento casi borrascoso empujaba fuertemente el bote hácia el Norte.

Despues de otra escursion que hicimos al lago el 29 de Febrero, regresamos en la tarde del mismo dia á San Salvador con el objeto de preparar lo necesario para una visita de los pueblos situados al rededor del lago de Ilopango.

El Señor Presidente tuvo la bondad de proporcionarnos cartas de recomendacion para las autoridades de las poblaciones que nos proponíamos ver, y el 2 de Marzo partí con el Señor Aguilar para Cojutepeque, quedando el Señor Ortega en San Salvador ocupado en el dibujo del plano del lago.

Ya muchas veces habíamos pasado por los pueblos de Soyapango é Ilopango y visto los estragos que causaron los temblores de Diciembre del año pasado. Muchas casas destruidas enteramente, principalmente en Ilopango; paredes derribadas, rajadas otras é inclinadas hácia afuera, daban idea de la fuerza de las conmociones del suelo allí esperimentadas. El camino, pasando al Norte del lago sobre terreno formado casi únicamente por ceniza y arena volcánica, conduce por San Martin (donde el daño era ya repara-

do) y el Valle del Cármen á Cojutepeque.

Antes de llegar á esta ciudad atravesamos una pequeña cuesta desde la cual se vé perfectamente el terreno accidentado al Este del lago, donde los temblores produjeron innumerables derrumbos.

Cojutepeque, situado al Norte de un pequeño cono volcánico en cuyas faldas se ven varios filones de balsato que atraviesan el pórfido traquítico, tiene un clima mucho mas fresco que San Salvador, pero todavia se cultivan con buen éxito los cocos. El principal ramo de riqueza es el cultivo del tabaco. Ya habíamos podido observar en el camino estensas plantaciones, produciéndose la mejor calidad al Sur de Cojutepeque en los terrenos de San Ramon, Candelaria y Analco.

Cojutepeque ha sufrido hasta ahora relativamente poco por los temblores que tantos estragos producen desde siglos atras en las poblaciones de esta region. Una de las causas es, sin duda, la solidez del suelo sobre el cual está edificada la ciudad.

Acompañados por una escolta militar, para nuestra seguridad personal, salimos al dia siguiente de Cojutepeque. El Señor Gobernador del Departamento nos encaminó hasta San Ramon, pepueño pueblo situado á legua y media de distancia de Cojutepeque.

El país parece hasta aquí un estenso jardin: por todas partes se descubren alegres plantaciones de tabaco, café y caña de azúcar, solo interrumpidas por hermosos grupos de palmeras que parecen velar por las humildes chozas que se esconden entre ellas.

En San Ramon, las paredes de la iglesia tienen varias grietas, pero las casas particulares no dejan ver el éfecto de los temblores.

Desde San Ramon se baja rápidamente al desagüe del lago, por un terreno formado por inmensos depósitos de ceniza y conglomerado. Derrumbos considerables habian empeorado el camino, siendo el paso bastante dificil en algunos puntos.

El desagüe, que corre aquí en un valle de doscientos metros de ancho, habia llevado durante su mayor creciente innumerables piedras, algunas de tamaño colosal, cubriendo con ellas todo el suelo del valle.

El cauce tortuoso del desagüe tenia entonces unos veinte metros de ancho. La comunicacion interrumpida entre ambas riberas por espacio de un mes, por efecto de la creciente, se hace ahora sobre un puente de madera, bastante sólido para el paso de bestias.

Una cuesta de pendientes muy rápidas conduce desde el desagüe á Analco, situado 184 metros mas alto sobre una pequeña altiplanicie que domina todo el terreno hasta el volcan de Cojutepeque. Innumerables manchas de un color blanco amarillento

indican los múltiples lugares donde han tenido lugar derrumbos, algunos de los cuales, cerca de Analco mismo, eran tan considerables, que cada uno debe representar miles y miles de toneladas de ceniza y arena volcánica desprendidas de los cerros.

El pueblo de Analco ha sufrido mas que Ilopango. Una de las iglesias que tenia esta poblacion fué reducida á escombros; de la otra no quedó en pié mas que nna parte de sus paredes laterales. Las casas de adobe fueron destruidas completamente; las de bajareque resistieron algo mas, pero no hubo edificio que no quedase mas ó ménos en estado de ruina. Analco se provée de agua por medio de una pequeña vertiente que en un barranco cercano sale de un canal subterráneo. Este fué destruido por los temblores y por varios dias la situacion de los pobres habitantes de Analco, aflijidos ya por la destruccion de sus moradas, fué empeorada por la falta del agua, hasta que, rompiendo los obstáculos, brotó el agua en la misma cantidad que antes.

De Analco para San Miguel Tepesontes sube el camino una montaña "Cuxcux," siguiendo despues la loma hasta San Miguel. Raras veces se presentan puntos tan dominantes como la cumbre del Cuxcux. Un panorama tan vasto, tan sublime como el que aquí se presenta, recompensa á quien le contempla, de todos los trabajos de su viaje. Hácia el Sur se estiende la costa, cubierta de una sola selva, limitada por el majestuoso océano. En toda su estension se ven las inmensas playas del rio Jiboa serpenteando en la llanura como una ancha faja amarilla cuyo centro ocupan las aguas, desde el pié del imponente volcan de San Vicente hasta el mar. El precipitado declive de las montañas hácia la costa es interrumpido por pequeñas mesetas con pueblos y campos cultivados. Desde el volcan de San Miguel al Este, hasta el Chingo al Poniente, abraza esta vista toda la República del Salvador, alcanzando hasta las elevadas montañas de Honduras al Norte. A los piés del viajero, como para completar la armonía del paisaje, se estiende el pintoresco lago de Ilopango, azul como el cielo, con sus bahías y la blanca arena de sus playas, rodeado de elevados cerros y en medio de él destacándose el nuevo volcan con su inmensa columna de vapores que alcanza á las nubes y que como ellas se tiñe de los mas bellos colores á la luz del sol poniente.

Hácia el Sur de la cumbre en que nos hallábamos se descubrian los efectos de numerosos derrumbos que dislocaron grandes cantidades de terreno arenoso, mientras que las partes de la montaña que estan formadas por conglomerados de rocas porfíricas han resistido bien á los temblores.

San Miguel Tepesonte, situado sobre una pequeña meseta, su-

frió bastante por los temblores que arruinaron completamente la escuela, la cárcel y varios ranchos, quedando en pié las casas sólidas, lo que induce á creer que no tuvieron en esta poblacion los sacudimientos de tierra la misma intensidad que en Analco y únicamente destruyeron los edificios de mala construccion.

La vista dominante que ofrece San Miguel sobre el lago es notable. Vimos, que al Oeste del volcan habian aparecido algunas nuevas rocas de 8 á 10 metros de altura sobre el agua y nos contaron que este aparecimiento se verificó el mismo dia como á las diez de la mañana, acompañado por varios retumbos no muy fuertes.

Hasta la entrada de la noche no se percibia ninguna señal de aumento en la actividad del volcan; pero despues de las ocho de la noche oímos algunas fuertes detonaciones que asustaron mucho á los habitantes del pueblo, y cuando los retumbos continuaron con mayor intensidad, siguiéndose rápidamente, todo el pueblo temió una repiticion de la catástrofe del 31 de Diciembre. La noche era oscurísima y el espantoso ruido del volcan unido á los gritos y lamentos de las mujeres y los niños, formaban un concierto horrible. Como no sentí temblores ni aun con los retumbos mas fuertes, traté de calmar el ánimo de aquellas pobres gentes que pedian á cada instante la opinion del *Señor Teólogo* (así me llamaban) sobre lo que iba á pasar. Logré, al fin, que se retirasen á sus casas.

Las detonaciones continuaron hasta media noche y se repitieron de las tres á las cuatro de la mañana, y como el cielo permaneció enteramente nublado, no dejando penetrar ni aun la escasa luz de las estrellas, me fué imposible observar fenómeno alguno en el lago; pero cuando al amanecer quedó visible el volcan, habian desaparecido las nuevas rocas que se levantaron el dia anterior.

Visitamos en la mañana del 4 de Marzo San Juan Tepesontes, donde la iglesia fué destruida totalmente y marchamos en seguida para San Salvador.

Pasamos este dia por la cresta de la montaña, que se eleva entre el lago de Ilopango y la costa; es este un camino muy pintoresco pero tambien muy malo. A las 9 h. 25′ a. m. comenzaron de nuevo los retumbos del volcan y hasta las 10 h. 20′ a. m. conté 237 detonaciones. Desde un punto dominante podíamos observar el estado del volcan: la pequeña cantidad de vapor que arrojaba salía del Norte y no aumentó durante las detonaciones; hácia el Norte aparecieron algunas pequeñas rocas. Al Oeste del volcan, donde habian surjido del agua y desaparecido el dia anterior varias rocas, se verificó un fenómeno muy curioso. Frecuentemente se levantaba allí el agua por algunos piés en el área de una man-

zana, como lanzada hácia arriba por una esplosion de cualquier gas, tomando despues su nivel ordinario. Bien se veía que la superficie del lago por aquel lugar estaba constantemente ajitada. Aquellas repentinas subidas de agua eran generalmente precedidas por un fuerte retumbo, pero se verificaron tambien algunas pocas veces sin estar acompañadas de ruido. Despues de las 10 h. 20′ a. m. terminaron las detonaciones y el volcan pareció entrar en descanso.

Media legua antes de llegar al pueblo de Santiago perdimos de vista el lago. Ni este último pueblo ni el de Santo Tomas, que como San Salvador habian esperimentado ruinas en años anteriores, sufrieron esta vez. La iglesia de Santiago está en ruina desde 1873; pero ninguna de las paredes que estan todavía en pié y con grietas muy grandes, se desplomó.

Pasando entre los cerros de San Jacinto y San Márcos y despues por el pintoresco pueblo de San Jacinto con sus innumerables cocoteros, llegamos en la tarde del mismo dia á San Salvador, de donde la noche anterior muchas personas, espantadas por los retumbos, habian salido para Santa Tecla y pueblos inmediatos. No se habian oído las detonaciones del mismo dia que me parecieron mas fuertes.

Al dia siguiente hice los preparativos necesarios para una ascension al Volcan de San Salvador, fijando la hora de salida para la tarde del siguiente dia. Como los retumbos comenzaron de nuevo en la noche, me propuse observarlos de cerca y acompañado del Señor Aguilar salí á las nueve de la noche de San Salvador y llegamos á Apulo á las once de la misma noche.

La columna de vapor que se escapa del volcan habia aumentado considerablemente, tanto en volúmen como en elevacion. A nuestra llegada al lago los retumbos se sucedian con intérvalo de 5 á 6 minutos. Pero desde las 11 h. 50′ p. m. siguieron con una rapidez increible. Hasta las seis de la mañana conté mas de 900 retumbos muy fuertes, ademas de los menos intensos, que se siguieron con tanta aproximacion, que me fué imposible contarlos. El sonido no era siempre del mismo carácter; se parecia generalmente al de fuertes salvas de artillería; pero tambien hubo otros muy prolongados, como producidos por la caida de rocas, y retumbos de un ruido particular, metálico. Hubo solamente un pequeño temblor durante la noche; pero el olor de hidrógeno sulfurado era muy fuerte. Segun nos dijeron tembló en Apulo casi contínuamente, durante la noche del tres al cuatro de Marzo.

A las 7 de la mañana del 6 de Marzo me embarqué y recorrí como la mitad de la distancia entre Apulo y el volcan. Continuaron los retumbos pero menos frecuentes, y antes de cada uno se ajita-

ba el agua al rededor de la lancha, produciendo debajo un ruido como si pasásemos sobre un banco de arena. temblando al mismo tiempo el bote. El volúmen del volcan era considerablemente mas pequeño; casi la tercera parte se habia desplomado, pero en cambio habian aparecido cinco ó seis nuevas rocas al Norte.

A las diez de la mañana regresamos á la capital y de allí salimos en la tarde para el volcan de San Salvador. Cruzando bien cultivados campos, llegamos á su pié, donde pasamos la noche en un lugar llamado La Ceiba.

El siete de Marzo por la mañana temprano, comenzamos á subir la falda del propio volcan por un camino bastante escabroso, lleno de piedras y ceniza volcánica, hasta alcanzar una meseta interpuesta entre el pico mas alto del volcan y los bordes del cráter. Esta meseta, bien cultivada de legumbres de todas clases, provée principalmente al mercado de la capital, para donde encontramos muchas personas y bestias con cargas. Un buen camino cruza esta meseta de Norte á Sur y siguiéndolo nos condujo á la casa del Señor Juan Melara, situada algo mas abajo del borde superior del cráter, cerca de un ojo de agua que provée á la mayor parte de los habitantes del volcan de este elemento de vida.

Por disposicion del Señor Don Anjel Paredes, Gobernador del Departamento, nos esperaban aquí los guias necesarios, y una hora despues subíamos por una pequeña cuesta entre numerosos encinos, que caracterizan la vejetacion en aquella altura, hasta la orilla del cráter, que presenta una de aquellas vistas que para siempre quedarán grabadas en la memoria del viajero.

Una inmensa abertura de cinco quilómetros de circunferencia, por lo menos, y quinientos metros de profundidad, forma el cráter del volcan. Sus paredes, casi perpendiculares, estan cubiertas con un ropaje verde de pinos y yerbas bajas. Por entre sus precipicios se encuentra lava, desnuda de vejetacion, y en el fondo del cráter se vé una pequeña laguna cuyas aguas parecian entonces casi negras desde la cima.

Tuvimos que pasar por mas de la mitad de la circunferencia del cráter para llegar á un punto donde es posible bajar á este abismo. El descenso es un trabajo penosísimo. Donde las raíces y ramas de arbustos y árboles ofrecian algun punto de apoyo, era tolerable; pero esto fué en pocos lugares y la mayor parte estaba formada por piedras sueltas que cedian y rodaban al mas leve contacto, haciendo peligrosa la bajada, sobre todo para el práctico que nos precedía. En algunos otros puntos no podíamos bajar sino con el auxilio de cuerdas.

Despues de tres horas de tan duro trabajo llegamos á un pequeño

plan, donde numerosas palmas pequeñas, bejucos y troncos de árboles botados entre enormes piedras, causaban nuevas dificultades. Luego siguió otra bajada hasta el lago, cuya orilla tiene un solo lugar accesible. El agua que allí se encuentra no es potable, teniendo un sabor de hidrógeno sulfurado mas pronunciado aun que el del lago de Ilopango.

Despues de haber descansado algo comenzamos á ascender, llegando despues de tres horas al borde del cráter, bañados de sudor, cansados y atormentados por la sed, por que el agua que llevábamos ya se habia agotado.

Una cena rústica y un sueño profundo restableció nuestras fuerzas y al dia siguiente me dirijí al pico mas elevado del volcan. Cruzando el plan cultivado ya descrito llegué al pié de esta masa cónica, y despues de dos horas de ascension por terreno muy pendiente y cubierto con una rica vejetacion casi impenetrable en muchos lugares, puse por fin el pié en la cumbre del volcan (1879 metros). De Sur á Norte pasa sobre esta cumbre el límite entre los ejidos de los pueblos de Cuscatlancingo y Mejicanos, representado por una calle ancha y bien limpia entre los majestuosos encinos que cubren aquí el volcan. Una nube densa nos envolvia y para que no nos sorprendiese la llúvia en este lugar, bajamos luego al punto donde nos aguardaba un soldado con los caballos. Por fortuna se dispersaron pronto las nubes y un espléndido paisage se desarrolló á nuestra vista, formado por el valle de San Salvador y el lago de Ilopango hasta mas allá del volcan de San Vicente.

Era esta la última escursion y el 11 de Marzo nos pusimos en marcha para Guatemala.

Saliendo temprano de Santa Tecla, el 12 pasábamos por el Guarumal, un barranco situado al pié del volcan de San Salvador en su parte Sur. Altas paredes de piedras le dan apariencia de un desfiladero y entre sus rocas aparecen al lado Norte pórfiros y traquítos, imitando aquí una estratificacion. Rápido es el descenso hasta llegar á la aldea del Guarumal, cuyas chozas estan situadas á la márgen de un rio que serpentea en el fondo del barranco.

El camino para Sonsonate pasa hasta Armenia (antes Guaymoco) por hermosos bosques, raras veces interrunpidos por pequeñas rancherias. Al Oeste de Armenia el terreno se eleva algo, pasando el camino entre dos ramales paralelas de la montaña costanera. Pronto se descubre el volcan de Izalco con su vecino el volcan de Santa Ana, ostentando el primero una perfecta forma cónica, llena de sinuosidades en su pié, pero bien perfilado en su parte media y cúspide, donde se perciben las calcinadas arenas que arroja en sus frecuentes erupciones.

Aunque por poco tiempo le tuvimos á nuestra vista, pudimos, no obstante, observar los indicios de su actividad, representados por hermosas columnas de vapor que salian intermitentemente de su cráter y luego se confundian con las nubes. Cada media hora se esperimentaban estas exhalaciones y algunas veces iban acompañadas ó precedidas de largas y fuertes detonaciones.

Al salir del pueblo de Izalco nos sorprendió la noche, y si bien nos gustó la temperatura fresca de esas horas despues del ardiente sol del dia, sentíamos no poder ver el hermoso paisage que debe ofrecerse aquí á la luz del dia. Era la "tierra de los cocos" por donde pasábamos, y largas filas de cocoteros á ambos lados del camino podíamos divisar aun en la oscuridad de la noche.

De Sonsonate para Ahuachapan pasa el camino por Apaneca, la poblacion mas elevada del Salvador (1471 metros), situado en medio de varios volcanes apagados. El descenso de aquí para Ahuachapan (772 metros) es rápido y se goza de una vista magnífica desde un lugar á dos leguas de Apaneca. Desde este punto dominante se descubren los pintorescos cerros de Moyuta, Conguaco y Comapa, el majestuoso volcan de Chingo, y aun los volcanes de Agua y Pacaya, limitando el horizonte. Delante de estas montañas se estiende el valle de Ahuachapan, con la ciudad del mismo nombre en su centro y una pequeña laguna al Oeste. De varios puntos al Norte suben pequeñas humaredas, indicando los ausoles de Ahuachapan, notables bajo muchos aspectos. (1)

El camino de Ahuachapan para el rio Paz es tan árido y triste como el que ya hemos descrito del valle de Jalpatagua; llegando á Las Ranas se une este camino con el de Atiquizaya y por el mismo vado del rio Paz regresamos á Guatemala.

(1)—Una descripcion detallada de estos ausoles se encuentra en: *Dollfus et Mont-Serrat*, Voyage Géologique dans les Républiques de Guatemala et de Salvador. Paris, 1868. pp. 408-419.

EL LAGO DE ILOPANGO

Y

El valle de San Salvador.

EL LAGO DE ILOPANGO.

El lago de Ilopango ocupa una hendidura considerable entre los volcanes de San Salvador y San Vicente, sobre lo que se puede llamar el eje volcánico del Salvador, pues se encuentra en línea recta con dichos volcanes. Segun el mapa del Salvador, por Sonnenstern, está cortado por el paralelo 13. ° 42' Norte y por el meridiano 89. ° al Oeste de Greenwich. Su nivel sobre el del Océano Pacìfico es de 483 metros.

La mayor estension del lago de Oeste á Este es de 9200 metros y su ancho de Sur á Norte 7300 metros, ocupando sus aguas una superficie de 54,3 quilómetros.

Hé aquí los datos.

Distancia.	*Metros.*
De Apulo á la isla **a**	1262
,, Apulo á la estremidad de la península de Zacatename	2942
,, Apulo á la parte mas próxima del cerro central....	3942
,, la playa de San Martin á la parte mas próxima del —cerro central....................................	3641
,, la playa de San Martin á la punta de Cutalíya....	5764
,, la playa de San Martin á la península de Zacate—name..	4873
,, la punta de Cutalíya al punto mas próximo del	

—cerro central 4441
,, la punta de Cutalíya á la isla de los Patos...... 2512
,, Apulo al pico superior del volcan de San Vicente —(aproximadamente)................................ 18,000
,, Apulo al desagüe. 9200
,, Rincon del Cañal á la playa de San Martin........ 7300
Superficie en quilómetros cuadrados.................. 54,3

Al Oeste y Este se encuentran varias *bahias*, formadas por pequeñas penínsulas. Al Oeste se halla la bahía de Asino, separada de la ensenada de los Texacuangos por la punta de Zacatename, que antes de la bajada del nivel del lago estaba cubierta en parte de agua, apareciendo entónces solamente dos islas arenosas.

La orilla opuesta tiene dos bahías profundas: la de Cojutepeque ó Cujuapa y la de Atuscatla, entre las cuales se encuentra la punta de Cutalíya.

La orilla Norte ofrece algunas sinuosidades pequeñas, las dos principales conocidas con los nombres de "Paradero de San Martin" y "Paradero de San Pedro Perulapan".

El lado Sur tiene solamente una bahía, el Paradero de los Tepesontes, cuya parte mas interna recibe el nombre "Rincon del Cañal."

De las *islas* que antes existian, las de Zacatename y Cutalíya están unidas hoy con la orilla, formando penínsulas, y solamente la isla de los Patos, la mayor de todas, queda todavía separada del lado Sur por un canal de mas de cien metros de profundidad.

Por la bajada del nivel habian aparecido varias rocas, de las cuales la mayor se encuentra al Este 20.° Sur de Apulo y en una distancia de 1262 metros al mismo lugar. Otras dos cerca de la isla de los Patos son mucho mas pequeñas. En la bahía de Asino, en frente de la bahía de los Texacuangos, en el seno de la playa de San Martin y cerca del desagüe, existen tambien islas arenosas, las que probablemente se unirán mas tarde á las partes mas cercanas de la orilla.

Al Sudeste del lago, en el único lugar donde las altas montañas que le rodean están interrumpidas por una cañada profunda, se encuentra el *desagüe*, que corre por espacio de cinco quilómetros hácia el Este entre los flancos precipitados de la montaña de Cuxcux al Sur y los contrafuertes meridionales del volcan de Cojutepeque, reuniéndose despues con el pequeño rio Jiboa, que hoy no tiene ni la vijésima parte del caudal de su afluente.

El lago de Ilopango está rodeado por precipitadas *montañas*, que solamente en dos lugares se retiran algo de la orilla (en Asino

y en Apulo), no dejando en ninguna otra parte una playa suficientemente estensa para una poblacion y terminando generalmente en inaccesibles paredes.

La base de todo el terreno al rededor del lago es un pórfido, que constituye tambien las islas que quedan visibles por la bajada del agua.

Al Sur el lago está limitado por la *montaña de los Tepesontes*, que forma parte de la montaña costanera del Salvador. Su declive hácia la costa está interrumpido varias veces por pequeñas mesetas, entre las cuales profundos barrancos hacen dificil la comunicacion. Su parte mas alta termina en una loma muy angosta (cuchilla), accidentada por varios picos, de los cuales la cumbre de Cuxcux, la mas oriental, tiene 959 metros de elevacion, alcanzando otra al Oeste de San Miguel Tepesonte 1007 metros. La loma se ensancha una vez al Sur de la isla de los Patos, y sobre esta meseta está situado el pueblo de San Miguel Tepesonte (813 metros.) Hácia el lago el declive de esta montaña es muy precipitado y solamente tres veredas bastante inclinadas conducen á la orilla. La montaña de los Tepesontes está formada principalmente por conglomerados de pórfidos y piedra pómez, cimentados entre sí por una sustancia arcillosa. Al pié de la cumbre de Cuxcux, en el lugar llamado "Costa Rica" se encuentran tambien depósitos de arena volcánica. Capas delgadas de arcilla amarilla y roja existen sobre la loma. El flanco Norte está cubierto por espesos bosques y solamente en "Costa Rica" y cerca del "Rincon del Cañal" hay muy pequeños cultivos de maíz y caña dulce. Al Sur de la loma, donde el declive no es tan fuerte, los desmontes para siembras y para pasto de ganado son mas estensos.

Una pequeña depresion separa la montaña de los Tepesontes del *Cerro de San Márcos*, que con el *Cerro de San Jacinto* se interpone entre el lago y el valle de San Salvador.

Estos dos cerros se levantan inmediatamente de la orilla del lago. Hay al Oeste del último un terreno arenoso, cortado por algunos barrancos, sobre el cual estan puestos los mencionados cerros. Entre los dos existe una cañada bastante profunda, inclinada hácia el Oeste y cubierta en su fondo por capas gruesas de ceniza volcánica. El *Cerro de San Jacinto*, llamado por los indíjenas *Amatepeque* (Cerro de los Amates) es de un interes especial por el temor que sin fundamento ha inspirado á los habitantes de sus contornos, que atribuyen á él la causa de los temblores; comun es la creencia, que este cerro haya crecido desde pocos años considerablemente, y un indiduo aseguró últimamente que durante los últimos temblores el cerro subió en un solo dia tres varas. Nun-

ca se han practicado medidas que pudieran servir para demostrar tal aumento de altura y la constitucion del cerro hace aparecer esta especie como una fábula.

El Amatepeque está formado en su totalidad por los pórfidos que se pueden observar bien en los barrancos del rio Acelhuate y de sus pequeños afluentes que nacen junto á este cerro. Ceniza y arena volcánica cubren la parte baja de sus flancos, teniendo en algunos puntos hasta 200 metros de espesor los depósitos de estos materiales. Los flancos del Amatepeque tienen, con escepcion de la parte Nord Este, un declive suave, no oponiendo obstáculo á subir montado hasta la cima, hasta donde se estienden tambien las siembras de maíz. La parte Nor Oeste ofrece algunas eminencias redondeadas, separadas por barrancos no muy profundos. Segun Fernandez (2), la cima mas alta del Amatepeque tiene 1187 metros (4200 piés cast.) de elevacion.

El Cerro de San Márcos es parte de la montaña costanera y entre su prolongacion occidental y el volcan de San Salvador se encuentra aquel famoso barranco, el callejon del Guarumal.

Las montañas, que circundan el lago por el Norte y Oeste tienen un núcleo en el *volcan de Cojutepeque*, que se eleva solamente unos 200 metros sobre la ciudad del mismo nombre. Su parte mas elevada, formada por lavas y escorias, está rodeada por una zona de basalto, que se estiende sobre los pórfidos. Del volcan se desprende un ramal hácia el Oeste cuyo descenso Sur, muy precipitado, forma el límite Norte del lago. Más al Oeste todavia se encuentra la meseta de San Martin é Ilopango, formada por ceniza, y los últimos temblores causaron numerosos derrumbos hácia el lago.

El terreno muy quebrado al Este del lago está comprendido entre el volcan de Cojutepeque (Norte), el valle del rio Jiboa (Este) y el barranco del desagüe (Sur). Está cortado en todas direcciones por un laberinto de barrancos y quebradas profundas, escavadas por las aguas del invierno. Aquí tambien causaron los últimos temblores enormes derrumbos.

Rodeado el lago de Ilopango completamente por precipitadas montañas, interrumpidas solamente por el angosto valle del desagüe, no recibe ningun *afluente* considerable. Solamente algunos hilos de agua bajan de los cerros y aun juntos no podian formar un riachuelo.

---

(2)—*Manuel Fernandez*, Bosquejo Físico, Político é Histórico de la República del Salvador. San Salvador. 1869. pág. 166.

Uno de estos entra en la bahia de Cojutepeque, dos en el Rincon del Cañal, uno en la bahia de los Texacuangos y otro cerca de Asino.

Durante el invierno bajan naturalmente numerosos chorros en las quebradas, pero durante el verano todo queda reducido á los mencionados pequeños vertientes, y como tambien antes de los últimos sucesos el desagüe siempre ha sido mas caudaloso que los afluentes, se debe suponer que el lago recibe considerable cantidad de agua por fuentes en su fondo. Una de estas fuentes existe cerca de la orilla del Rincon del cañal, y su agua sale con cierta fuerza, causando en la superficie un movimiento semejante al del agua hirviendo, sin tener una temperatura mas elevada que las aguas del rededor.

Como tenemos que hablar mas tarde estensamente sobre el desagüe, mencionamos aquí solamente, que éste recibe en su lado izquierdo dos pequeñas vertientes que bajan de las alturas de San Ramon.

Segun nuestros sondeos, el fondo del lago de Ilopango tiene una forma semejante á una caldera, aumentándose la profundidad constantemente desde las orillas hácia el medio, donde hoy se levanta el nuevo volcan, dando las medidas por *profundidad* mayor 209,26 metros (250 varas 1 pié). Desde el lado sur la profundidad crece mas rápidamente que en otras partes al separarse de la orilla.

Puede ser, que haya algunos puntos algo mas hondos, pero no creemos que estos puedan esceder á 300 varas.

La ruptura en el desagüe causó una bajada del nivel por 10,34 metros. En todas partes de la orilla desocupada por este fenómeno se vé numerosos troncos de árboles, puestos con sus raíces todavia en su lugar, cubiertos por incrustaciones gruesas de cal, que han conservado perfectamente la madera. Nuestra suposicion, de que por la última bajada de las aguas solo se habia restablecido un nivel antiguo, fué acertada por un pasaje en el "Titulo de los ejitos de San Miguel Tepesontes" que dice:
"4 de Febrero de 1776.... en donde se concluyó esta medida, por
"ser imposible medir desde aqui al desagüe que es en donde que-
"dó el dia de ayer esta medida por haber tiempo de cinco años
"que se desbarrancaron los peñascos del referido desagüe y por
"estar tapada la laguna se ha llenado hasta cuasi perder los pe-
"ñascos de que está circumbalada por lo que"........

Los derrumbos, que obstruyeron el desagüe habran sido el efecto de temblores. No encuentro mencionado temblores fuertes en estas partes por los años de 1770 ó 1771. Pero como en el año

de 1770 comenzó á formarse el volcan de Izalco, bien puede ser que uno de los numerosos temblores que sacudieron entonces el suelo del Salvador haya sido bastante intenso para causar tal estrago en este punto.

Palacio (3) dice del lago de Ilopango: "*de poco fruto hasta a-*"*gora, aunque han hechado algunos mojarras, no havido pescado de momento.*"

Segun esto habian tratado de poblar el lago con mojarras y mas tarde debe haber tenido buen éxito, pues el lago de Ilopango, por su abundancia en *pescados* fué considerado en los últimos siglos como "la madre" de los pueblos, que tenian derecho de la pesca en él. Segun nos dijeron hubo especies diferentes, cuyos nombres comunes son: *Mojarra*, *Burrito*, *Pepesca y Chimbolo.*

"Mojarra" y "burrito" pertenecen al género *Heros*, tan abundante en lagunas y rios de Centro-América. De las otras especies no podiamos adquirir ni ejemplares secos y así nos es imposible clasificarlas.

El tiempo principal para la pesca era el verano (Noviembre á Marzo), pero tambien durante los otros meses fué abundante, proveyéndose de aquí los mercados de San Salvador, Santa Tecla y Cojutepeque con pescados frescos. Pescado seco formó un artículo de comercio con San Vicente, Zacatecoluca, Suchitoto, hasta Chalatenango, y ademas la jente pobre de las poblaciones inmediatas al lago vivia principalmente de las pepescas y chimbolos.

En los tiempos cuando se azufró el lago, quiere decir cuando fué impregnado su agua en un grado mayor con hidrógeno sulfurado y otros gases, los pescados se amontonaron cerca de la orilla y como asfixiados, podian ser recojidos por mujeres y niños con las manos. En tales tiempos podia recojer una sola familia pescados por valor de 40 $ dentro de una semana, como nos aseguraban.

Los últimos sucesos han sido fatales para la pesca. El azuframiento muy fuerte y la elevacion de la temperatura de las aguas (junto á la orilla 35°) obligó á los pescados á buscar la orilla; luego siguió la subida del nivel por mas de un metro y despues la bajada por mas de diez metros. Inumerables pescados quedaron

---

(3)—*Palacio*, (Licenciado Dr. Don Diego Garcia de.) Oydor de la Real Audiencia de Guatemala. Carta dirigida al Rey de España. Año de 1576. Edicion de E. G. Squier, New-York 1860. pág. 28.

en tierra, así que solamente cerca de Asino algunos centenares de hombres estaban ocupados varios dias, para enterrarlos; sin esta precaucion la putrefaccion podia haber causado epidemias.

Durante nuestra presencia cerca del lago no hemos visto ni un pescado vivo y aunque ofreciendo un peso por cada ejemplar que nos cojiesen, no nos fué posible conseguirlo.

Se comprende bien el dolor de aquella indíjena de Atuscatla, la cual cuando por el desagüe se descargó una cantidad enorme de agua, gritó: "No se vaya, madre nuestra, no se vaya!"

Mencionaremos aqui una noticia respecto de los *lagartos*, que antes existieron en el lago, y que nos fué proporcionada por Don Ambrosio Mendez en San Salvador. Hace como 25 años, que un pescador, Juan Santaneco, mató cerca del punto Chanchucuyo (entre la playa de San Pedro Perulapan y la de Cojutepeque) los últimos lagartos, y un Señor Dionisio Echeverria de Ilopango habia vendido por aquel tiempo un lagarto pequeño á otro Señor Sebastian Monterroso.

Hace poco que por iniciativa del Señor Presidente del Salvador fueron puestos en el lago un pequeño vapor y dos buenas lanchas. Hasta entonces las únicas *embarcaciones* eran las primitivas canoas de los pescadores, hechas de un solo tronco de madera y tan malas que en tiempo borrascoso no pueden resistir á las olas ni cerca de la orilla.

El lago está espuesto frecuentemente á *vientos* fuertes, los cuales durante nuestra presencia con mucha regularidad se presentaron. Hubo generalmente calma desde las 9 ó 10 de la noche hasta las 8 ó 9 de la mañana. A estas horas se levantaba un viento Norte que cesaba á medio dia y era seguido por un viento Sur hasta las horas de la noche. Los pescadores llaman indistintamente un viento impetuoso "girazon norteada" y creen, que estas son las causas del azuframiento del lago.

Con el nombre de *azuframiento* se designa una fuerte impregnacion del agua del lago de Ilopango, principalmente con hidrógeno sulfurado. Desarrolláronse algunas veces cantidades tan grandes del gas, que éste, escapandose del agua y mesclándose con la atmósfera, era llevado por las corrientes aéreas hasta San Salvador y Santa Tecla, influyendo de una manera desfavorable sobre la salud de los habitantes de los contornos del lago, como nosotros podiamos observarlo.

Como este gas indudablemente es producido en cantidades tan grandes por acciones químico-volcánicas y conducido al lago por las mismas fuentes que habrá en su fondo, no tiene nada de estraño que se observára el referido fenómeno principalmente en

tiempo de temblores y que se repitiese tan fuertemente con la última aparicion de un volcan. La creencia comun, de que los vientos fuertes sean la causa de este fenómeno (dice tambien Fernandez (4): "Cuando las (aguas) agitan fuertes brisas, y "mas aun un viento impetuoso, toman un matiz verde, y en este "caso exhalan un olor sulfuroso bastante desagradable"), consideramos como una equivocacion, tomar un fenómeno accidental por consecuencia de otro, que no tiene coneccion con él.

El lago de Ilopango con sus numerosas particularidades y sus fenómenos curiosos, ha dado orígen á varias supersticiones de los indíjenas de los pueblos circunvecinos. Palacio (5) ya hace mencion de estas, diciendo: "Quentan los naturales Indios antiguos, "que solia haber en ella culebras de estraña grandeza, i que un "cazique de un lugar que se llama Atempamacegua topo una que "segun la demostracion hacia debia tener mas que 50 pies. No lo "tengo por cosa mui auténtica, porque nadie dice la ha visto sino "este cazique aunque es notorio por la fama antiguo en toda aque-"lla provincia."

E. G. Squier y Dollfus y Mont-Serrat dicen tambien algunas palabras sobre sacrificios.

Muy interesante es el artículo siguiente, que el señor Don Camilo Galvan, antes Visitador jeneral de la República del Salvador, publicó en el número 6 de "La Sociedad Económica" (del 14 de Marzo de 1880):

"La tradiccion de los aborígenes de los pueblos llamados Coju-"tepeque, Texacuangos y Tepezontes, circunvecinos al lago de I-"lopango, refiere: que cuando los temblores de tierra provenian "de la laguna, y esto lo conocian por la ausencia de los peces, "era señal de que el Mónstruo, dueño de aquellos lugares, que ha-"bitaba en el fondo del lago, estaba comiendose el pescado y era "probable que lo agotaria en pocos dias, si no se le daba otro "alimento mas delicado y suculento, digno de su poder y vora-"cidad; porque el pescado, dicen, solo lo comia el Mónstruo co-"mo se come la fruta para refescarnos y entretener el hambre. "Que aflijidos los naturales por la falta del pescado, que era un "artículo de comercio y su alimento ordinario, como ha sido en "nuestros dias, se reunian todos los comarcanos á la voz de sus "jefes: que entonces los Brujos ordenaban que se echaran al la-

(4)—*Manuel Fernandez,* Bosquejo etc. pág. 223.

(5)—*Palacio,* Carta etc. pág. 58.

"go flores y frutas: que si los temblores seguian echaran anima-
"les cuadrúpedos, prefiriendose los conejos (Lepus douglassi) y
"taltusas (Geomys heterodus,) despues armados (Dasypus sp.)
"y mapachines (Procyon cancrivorus). Estos animales debian co-
"jerlos vivos y echarlos al lago de la misma manera, bajo pe-
"nas muy severas, nada menos que la horca con bejuco zinak."

"Si trascurrian algunos dias y continuaban los temblores y el "pescado no salia de sus cuevas, tomaban una criatura humana "de siete á nueve años, la adornaban con flores y á la media no-"che los brujos se embarcaban en conoas y se echaban al lago con "la criatura atada de pies y manos y la arrojaban al agua con "una piedra colgada del cuello. Al dia siguionte, si la criatura "aparecia sobre agua, y los temblores seguian, tomaban otra cria-"tura y la echaban al lago con las mismas ceremonias. Si los "temblores calmaban y la víctima no volvia á verse, era señal de "que el Mónstruo quedaba satisfecho y los peces debian volver "al dia siguiente."

"Todavia en los años de 1861 y 1862,, en que visité aquellos "pueblos, me dijeron, aunque con mucha reserva, que los indí-"genas de Cojutepepue y Chinameca observaban esa bárbara cos-"tumbre para que no les faltase pescado."

Los últimos temblores fueron atribuidos tambien á una "Sirena" que vive en el fondo del lago y la cual se enojó por la introduccion del pequeño vapor. Cuando el lago se rompió un cauce profundo por el cual salió una parte de sus aguas, los indígenas dijeron, que el Gobierno habia vendido el lago, para sacar una pilastra de oro, que es guardada por la sirena, y por último llegó la noticia á Cojutepeque, que cerca de la confluencia del rio Jiboa con el desagüe habian visto varias personas una culebra enorme de seis varas de circunferencia, lo que espantó é hizo huir á los habitantes de los ranchos cerca de aquel lugar. El Gobernador de Cojutepeque mandó un oficial para que se informase sobre este rumor. Con dificultadad encontró á un hombre que le enseñase el lugar donde habia aparecido el mónstruo, y llegado ahí, encontró el cadáver de un caballo, enterrado por la mitad entre arena y piedras y saliendo la otra mitad hinchada y deformada y esta era la gran culebra.

EL VALLE DE SAN SALVADOR.

El Valle de San Salvador se encuentra al Este del volcan Quezaltepeque (ó de San Salvador) en una elevacion de 692 metros sobre el nivel del mar.

El suelo del valle no es enteramente plano, sinó algo ondulado y mas occidentado hácia el Sur donde se eleva gradualmente á la planicie de Santa Tecla. En su parte Sur Oeste se encuentra La Hoya, ocupada hasta 1873 por una laguna, que desapareció en los temblores de aquel año, dejando ver una depresion circular, limitada por paredes precipitadas, ofreciendo el aspecto de un antiguo cráter. Hoy está convertida La Hoya en una hacienda de caña de azúcar. En tiempo del invierno las aguas que allí afluyen hacen el suelo todavia cenagoso.

El valle de San Salvador está limitado hácia el Sur por el flanco de la altiplanicie de Santa Tecla, que se encuentra en una altura de 920 metros. Al Este llega hasta el pié del cerro de San Marcos y está separado en la misma direccion por el barranco del rio Acelhuate del cerro de San Jacinto. Hácia el Norte encontramos las colinas de Apopa y al Oeste el volcan de San Salvador, cuyo punto mas alto es de 1879 metros de elevacion.

La inclinacion del valle es de Sur á Norte, direccion que sigue el rio Acelhuate (afluente del rio Lempa) que se forma por dos riachuelos que bajan del cerro de San Jacinto y tres vertientes del Sur del valle, recibiendo ademas las aguas de varias fuentes termales al Este de San Salvador.

Todo el valle está formado por ceniza volcánica, que cubre depósitos de lava y escorias en mas ó menos profundidad.

PUEBLOS CIRCUNVECINOS AL LAGO DE ILOPANGO.

El lago de Ilopango está situado entre tres Departamentos de la República del Salvador y corresponde su mitad occidental al Departamento de San Salvador; su orilla Nord Este y Este á Cuscatlan y una parte de la orilla Sur al Departamento de la Paz.

Los habitantes de los pueblos circunvecinos se dedican principalmente á la agricultura y crianza de ganado, antes tambien á la pesca. Casi por todas partes se encuentran plantaciones de caña de azúcar, al Norte y Este del lago se cultiva tabaco en gran escala, y dá esto orígen á la principal industria de Cojutepeque, la fabricacion de puros.

Segun la última estadística del Salvador (6), el número de habitantes de los pueblos respectivos es el siguiente:

---

(6)—*Censo general* de la República del Salvador en la América Central. Año de 1879. En: Memoria que el Ministro del Despacho de Gobernacion presentó á la Asamblea Lejislativa de 1879. San Salvador.

a.—PUEBLOS CORRESPONDIENTES DEL DEPARTAMENTO DEL SALVADOR.

		Núm. de habitantes.
1.	*Soyapango.*— Al Norte del Cerro de San Jacinto ó Amatepeque. Una legua de San Salvador, Cabecera de la parróquia....	1551
2.	*Ilopango.*—Una legua al Este de Soyapango. Con la ranchería de Apulo en la orilla del lago.	1120
3.	*San Martin.*—Tres leguas al E. NE. de Ilopango, al Norte del lago.	2949
4.	*San Marcos.*—Una legua al SE. de San Salvador, entre los cerros de San Jacinto y San Marcos.	1017
5.	*Santo Tomas Texacuango* y	1030
6.	*Santiago Texacuango* (Santiaguito)	716

Estos dos pueblos situados cerca de la orilla SO. del lago, separados entre sí por el barranco de un pequeño afluente del rio Acelhuate.

Suma: 8383

b.—PUEBLOS CORRESPONDIENTES DEL DEPARTAMENTO DE CUSCATLAN.

1.	*Cojutepeque.*—Cabecera del Departamento.	4154
2.	*San Pedro.*—Seis leguas al ONO. de Cojutepeque, cabecera de la parróquia.	3733
3.	*Valle del Cármen.*— Entre San Martin y Cojutepeque.	1914
4.	*San Ramon,* (ántes valle del Matazano).—Dos leguas al Sur de Cojutepeque.	1266
5.	*Candelaria.*—Al SE. de San Ramon. Con la ranchería de Atuscatla sobre el desagüe.	2051

Suma. 13118

c.—PUEBLOS CORRESPONDIENTES DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ.

1.	*Analco.*—Al Sur del desagüe, una legua al Este del lago.	593
2.	*San Miguel Tepesonte.*—Al Sur del lago.	1630
3.	*San Juan Tepesonte.*—Media legua al SSE. de San Miguel.	1083

Suma: 3306

Número total de los habitantes de los mencionados 14 pueblos. 24807

PUEBLOS DEL VALLE DE SAN SALVADOR.

1. *San Salvador.*—Capital de la República. 14000
(12059 habitantes en 1790 segun Juarros.)
2. *San Jacinto.*—Al SE. de San Salvador, separado de él solamente por el rio Acelhuate. 1678
3. Pueblos al Norte de San Salvador.

a.—Mexicanos.	2631
b.—Cuscatlancingo.	1201
c.—San Sebastian.	575
d.—Aculhuaca.	1083
e.—Paleca.	761
f.—Ayutustepeque.	870
Suma.	22799

Tenemos segun esto en los pueblos circuuvecinos al lago y en el valle de San Salvador una poblacion total de 47600 personas.

Deduciendo del terreno ocupado por estas (38 leguas cuadradas) el área del lago de Ilopango (3½ leguas cuadradas), resulta para 34½ leguas cuadradas una poblacion relativa de 1480 personas por legua cuadrada, un número muy alto en Centro-América.

CAMINOS.

De la capital parten los caminos carreteros para Santa Tecla, Quezaltepeque, Suchitoto, Zacatecoluca y Cojutepeque. De la última parten dos ramales, el uno en Ilopango para Asino y el otro mas adelante para Apulo.

Analco y los Tepesontes (San Miguel y San Juan) tienen comunicaciones muy malas, simples veredas.

Temblores de San Salvador.

Segun la tradiccion, llamaron los indígenas al valle de San Salvador "*Valle de la Hamaca*" por la frecuencia de los temblores; y con razon, porque habrá pocos lugares que hayan esperimen-

tado tantos temblores y tan fuertes como este. Desde tiempos históricos, quiere decir, desde la subyugacion de los indígenas por los Españoles, tenemos abundantes noticias de lo que sufrió esta parte de la República por las conmociones del suelo. Situado entre los volcanes de San Salvador y San Vicente, rodeado de vestijios de la actividad del volcanismo, el cual se manifiesta constantemente por termales, solfataras (en el lago de Ilopango) y ausoles ó infiernillos (al pié del volcan de San Vicente), y cubierto de profundas capas de ceniza y arena volcánica, que constituyen un terreno sumamente flojo, no hay duda que fué el peor lugar que podia escojerse para la edificacion de una capital.

El gran número de temblores locales, que no fueron sentidos sinó dentro de una zona muy limitada alrededor del valle y su movimiento trepidatorio de estos indican ademas, que muy cerca existe un foco especial, aumentándose así mas las condiciones desfavorables.

Desde siglos, las erupciones se verificaron por los volcanes occidentales y orientales del Salvador. El volcan Quezaltepeque (ó de San Salvador) hizo su última erupcion al principio del siglo XVI. El volcan de San Vicente es aun por mas tiempo inactivo (no tiene ahora señal del crater). Es probable, que en esta parte central se verificó un enfriamiento de las masas candentes del interior, seguido necesariamente por una disminucion de volúmen, dando así orígen á grandes cavidades, que fueron ensanchadas por la accion del agua, la cual, teniendo acceso á estas profundidades, adquirió una temperatura elevada y aumentó así su accion sobre las rocas, por las cuales pasó durante su circulacion interna.

Las masas que forman las bovedas de estas cavidades, están atravesadas por numerosas grietas como todos los terrenos geoló gicos y la presion enorme de las capas superiores junto con la actividad destructora del agua causará el desprendimiento de grandes porciones, las cuales, cayéndose sobre el suelo de estas concavidades, produciran movimientos ondulatorios, los cuales, trasmitidos de terreno á terreno y llegando hasta la superficie, constituyen los temblores. Estos movimientos deben producir gran cantidad de calor y así se esplica la accion mas enérjica de las solfataras en el lago de Ilopango y el desarrollo de grandes cantidades de hidrógeno sulfurado, que acompaña generalmente los temblores mas fuertes.

Los movimientos ondulatorios, llegando á las capas superiores, las mueven con mas intensidad cuando estas estan compuestas de materias sueltas, como en el valle de San Salvador. Pasando de un medio á otro, por ejemplo de terrenos menos duros á otros mas

compactos, estan por parte reflejados y esta reflexion puede repetirse varias veces, cuando el primer impulso fué bastante fuerte.

Ahora, San Salvador esta situado sobre terreno flojo entre el volcan Quezaltepeque, el cerro de San Jacinto y el flanco de la altiplanicie de Santa Tecla. Las olas de los temblores, reflejadas de todas partes, tienen que atravesar varias veces el lugar, cruzándose y produciendo así aquel movimiento giratorio, el mas terrible en sus efectos despues de el de trepitacion.

Ademas las casas fueron construidas antes bajo un sistema, que no les hace apto para resistir mucho á temblores. Construcciones de piedra y mezcla como tambien edificios de adobe sufren en todas partes mas por temblores que casas de madera ó de bajareque.

La esperiencia de tantos años y principalmente la ruina de 1873 hizo abandonar por fin el antiguo sistema de construccion y hoy las casas de la capital estan casi todas de bajareqne ó madera. Esto esplica, porqué los últimos temblores no causaron daño alguno á la poblacion.

Resumiendo las causas, que atribuyeron principalmente á las ruinas de San Salvador, tenemos:

1.ª Su situacion sobre el eje volcánico del Salvador y cerca de un foco especial.

2.ª La naturaleza del suelo, sobre el cual está edificada.

3.ª La cercania de montañas, que reflejan las olas del temblor.

4.ª El material de las antiguas construcciones.

Damos en lo siguiente una *lista de los temblores* de San Salvador, de los cuales tenemos noticias; una lista muy incompleta, que induzca talvez á otros á completarla. Los datos hemos sacado de las obras de Palacio (7) Dollfus et Mont-Serrat (8) y de la 4.ª entrega de "Las Ruinas" (9).

1575. *Mayo* 23 "Quando llegué á ella (San Salvador) casi estaba "despoblada, porque un temblor grande que hizo el segun-"do dia de la Pascua del Espiritu Santo pasado les derrocó "y molió todas sus casas, que aunque muchas heran fuertes "é buenas se cayeron é habrieron. Fue el mas espantoso que "jamas dicese ha visto"

---

(7)—*Palacio*, Carta etc. pág. 56.

(8)—*Dollfus et Mont-Serrat*, Voyage etc. pp. 495-497.

(9)—*Alvarado F. Alfredo*, "Las Ruinas." Novela histórica. San Salvador, 1880. pp. 33-34.

"Yo ví un lienzo bien grueso de la pared de una Iglesia "que habiendole lebantado el temblor arriba, se tornó á sen- "tar desbiado de su cimiento un xeme por algunas partes, "y otras muchas cosas á este tono, y en el camino y sierras "que llaman de los Teccacuangos hendidas por muchas par- "tes. Ninguna cosa de los Indios de aquellas sierras quedo "en pie; todas cayeron. Contome un Español que caminaba "por alli á la sazon que tembló, que las sierras pareciase "juntaban, unas con otras, é que él fue forzado á apearse "i tenderse en el suelo, porque no se pudo tener en pie."

"La casa donde yo estaba arfaba como un navio; parecia "que los demas llegaban con los tejados al suelo; é quiso "N. S. que no peligraron sino tres personas."

1593.

1556.

1765. *Abril.* Temblores, que arruinaron el pueblo de San Cristobal Ilopango, San Martin, San Pedro Perulapan y San Bartolomé Perulapilla.

1774. *Julio.* Temblores que arruinaron muchos pueblos de la costa del Bálsamo, y causaron grandes estragos en Huizúcar y Panchimalco.

1798. *Febrero.* Temblores que arruinaron á San Salvador y sus pueblos, especialmente Cuscatlan. Hubo dos grandes terremotos en 2 y 9 de Febrero: este último, á las 3 de la tarde, fué mucho mayor que el del dia 2.

1815. *Agosto.* Gran temblor general en toda la Provincia. La Iglesia de la presentacion quedó muy deteriorada; pero la Parroquia (Catedral), que solo tenia tres años de construida, sufrió poco.

1839. *Marzo* 22. Gran temblor (Viernes de Dolores, á las 3 de la tarde) que dejó casi en ruina muchas casas en San Salvador, Quezaltepeque, Nejapa etc.

1839. *Octubre* 1.° Gran temblor á la una de la mañaua, seguido de otros muchos durante mas de 15 dias. Quedaron en completa ruina muchas casas.

1847. *Junio* 22. Gran temblor á las 12, y 30′ de la noche. Causó perjuicios de los pueblos del Bálsamo.

1854. *Abril* 16. Gran terremoto. "A las 5 hs. 30′ de la mañana "del 14 de Abril hubo un ligero sacudimiento, precursor "de otros muchos temblores mas ó menos violentos que se "sucedieron hasta las 10, á breves intérvalos de 5 á 20 minutos."

"De las 10 á las 12 cesaron completamente las sacudidas;

"pero á esta hora comenzó otra série semejante á la prime-
"ra, y cesó á las 2 de la tarde: los temblores de este segun-
"do grupo, se sucedian á intérvalos mayores; pero siendo
"cada vez mas intensos."

"Hasta las 2 de la tarde se contaban 26, y cesaron duran-
"te tres horas."

"A las 5 de la tarde hubo uno mucho mas violento que
"los anteriores, precedido y seguido de fuertes retumbos."

"Siguió temblando por la tarde y por la noche; pero con
"menos frecuencia que ántes: al amanecer el Sábado, es de-
"cir, en el trascurso de 24 horas, ya se contaban 36 temblo-
"res"

"Los temblores del 15 eran pocos y leves."

"En toda la mañana del 16 hubo solamente tres levísimos
"sacudimientos."

"A las 9 hubo una sacudida muy violenta y prolongada,
"semejante al temblor de las 5 de la tarde del dia anterior."

"A las once menos cinco minutos de la noche se desplo-
"maban ó caian convertidos en menudos escombros los edi-
"ficios de la ciudad, bajo la accion destructora del gran ter-
"remoto. Pasado aquel terrible instante siguió un movimien-
"to de tierra vibratorio y contínuo con retumbos semejantes
"á los bramidos de una tempestad subterránea. El mas ater-
"rador de los ruidos subterráneos ocurrió á la una de la ma-
"maña, despues de un gran sacudimiento: fué como la de-
"tonacion de una descarga de artilleria de grueso calibre."

"El número de las víctimas ascendió á poco menos de cien."

"Con muy pocas escepciones, todos los edificios cayeron há-
"cia el Norte." (*Observaciones de Don José Maria Cáceres.*)

1857. *Noviembre* 6.—Gran terremoto, antecedido y seguido de frecuentes temblores. Cojutepeque sufrió mucho; en San Salvador eran muy leves los sacudimientos.

1859. *Diciembre* 8.—El mayor terremoto de que hay memoria en la República. En San Salvador se sintió á las 10h. 30′ a. m. un movimiento ondulatorio de larguísima duracion. Partió el movimiento de las mediaciones de Comayagua, siguiendo la onda una línea de mas de 50 leguas con direccion SE. á NO. hasta romper y hacer alto al pié de la altiplanicie de Santa Cruz á una jornada de Guatemala.

Los pueblos atravesados por aquella onda, fueron los del Bálsamo, Atiquizaya, Jalpatagua, Oratorio, Esclavos, Cuajiniquila, Corral de Piedra, el Pino y Cerro Redondo, donde alcanzó á derribar un Oratorio de calicanto y varias casas.

1867. *Junio* 30.—Gran temblor á las 5 h. 30′ p. m., seguido de otros muchos durante la noche.

1872. *Diciembre* 30.—Gran terromoto en San Vicente, antecedido y seguido de frecuentes sacudimientos.

1873. *Marzo* 4.—Gran terremoto á las 4 h. 30′ p. m., precedido de frecuentes temblores que habian comenzado el 22 de Febrero. San Salvador quedó completamente arruinado. San Martin, Apopa, sufrieron menos que las poblaciones siguientes, que fueron destruidas enteramente: Santo Tomas, Soyapango (6 personas muertas), Ilopango, Tonacatepeque, Mejicanos, Cuscatlancingo, Aculhuaca, Paleca, San Sebastian.

1878.—Un terremoto destruyó las poblaciones de Jucuapa, Chinameca, Tecapa, el Triunfo, Santiago de María y los caseríos inmediatos (todos en el Departamento de Usulutan), teniendo que lamentar por esta desgracia multitud de víctimas.

1879. *Diciembre de, y Enero de* 1880.—Mas de 600 temblores, seguidos por la aparicion de un nuevo volcan en el lago de Ilopango.

Los Temblores de Diciembre de 1879.

A las dos de la tarde del 20 de Diciembre del año pasado (segun el Señor Don José C. Lopez, Ministro de Gobernacion del Salvador) ó las cuatro de la tarde del 21 del mismo mes (segun el Señor Quiñones, Telegrafista) comenzó una serie de temblores, que, aunque al principio de poca intensidad, causaron mucha alarma por la frecuencia con que se siguieron. El Señor Goodyear, geólogo americano, que entonces se hallaba en el Departamento de Cabañas, fué llamado por el Gobierno, para observar el fenómeno y llegó el 24 de Diciembre á Asino, el lugar, que pareció mas cerca al foco de donde procedieron estos temblores. Asino estaba entonces en comunicacion telegráfica con la capital.

Debemos al Señor Goodyear la lista siguiente de temblores, esperimentados en Asino desde el 24 al 27 de Diciembre y en Ilopango desde el 27 al 30 de Diciembre del año próximo pasado.

(En la columna "Clase de Movimiento" las abreviaciones significan:

Vert.-Vertical. Osc.-Oscilatorio. Compl.-Complicado.)

Asino.—Diciembre 24 de 1879.

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Fúerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
		(entre 6 h 30' p. m. 10 temblores.)	
p. m. 10 h 32'	Vert.	Moderado	Con
10 h 40'	Osc.	Ligero	Sin
11 h 08'	Compl.	,,	,,
11 h 34'	Vert.	Moderado	,,

Asino.—Diciembre 25 de 1879.

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m.				
12 h 05'	Oscil.	3	Ligero.	Con
12 h 20'	Vert.	4	Moderado.	Sin
12 h 30'	Vert.	6	,,	,,
12 h 35'	Oscil.	2	Ligero.	,,
12 h 37'	Compl.	10	Moderado.	,,
12 h 40'	,,	20	Fuerte.	,,
12 h 42'	Oscil.	5	Ligero.	,,
12 h 45'	,,	5	,,	,,
12 h 47'	Vert.	12	Fuerte.	,,
12 h 51'	Oscil.	2	Ligero.	,,
12 h 55'	Vert.	15	,,	,,
12 h 58'	,,	8	Moderado.	,,
1 h 15'	Oscil.	3	Ligero.	,,
1 h 18'	,,	2	,,	,,
1 h 28'	,,	7	Moderado.	,,
1 h 30'	Compl.	6	,,	,,
1 h 36'	Vert.	10	,,	Con
1 h 40'	Oscil.	6	,,	,,
1 h 41'	,,	2	Ligero.	Sin
1 h 44'	,,	2	,,	,,
2 h 05'	Vert.	25	Fuerte.	,,
2 h 07'	Oscil.	2	Ligero.	,,
2 h 20'	Vert.	2	,,	,,
2 h 21'	,,	15	Fuerte.	Con
2 h 30'	Oscil.	2	Ligero.	,,
2 h 32'	,,	2	,,	Sin
2 h 35'	,,	2	,,	,,
2 h 40'	,,	2	,,	,,
2 h 45'	Vert.	5	,,	,,
2 h 50'	,,	25	Fuerte.	Con
2 h 55'	,,	10	Moderado.	,,
2 h 56'	,,	3	Ligero.	Sin
3 h 20'	Oscil.	5	Ligero.	Sin
3 h 26'	Vert.	25	Fuerte.	,,
3 h 45'	Oscil.	2	Ligero.	,,
3 h 50'	,,	5	,,	,,
3 h 55'	,,	5	,,	,,
4 h 00'	,,	10	Moderado.	,,
4 h 10'	Vert.	26	Fuerte.	,,
4 h 15'	,,	4	Ligero.	Con
4 h 18'	,,	3	Fuerte.	,,
4 h 20'	,,	3	,,	Sin
4 h 30'	,,	6	Moderado.	Con

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m.				
4 h 35'	Vert.	10	Fuerte.	Con
5 h 00'	,,	3	Ligero.	Sin
5 h 10'	,,	2	,,	,,
5 h 30'	,,	5	Moderado.	,,
5 h 45'	,,	4	,,	,,
6 h 00'	,,	2	,,	,,
6 h 15'	,,	6	,,	,,
6 h 35'	,,	5	,,	,,
6 h 40'	,,	12	Fuerte.	,,
6 h 50'	,,	4	Ligero.	,,
7 h 00'	,,	9	,,	,,
7 h 10'	Oscil.	2	,,	,,
7 h 30'	Compl.	3	,,	,,
7 h 45'	Vert.	5	Moderado.	,,
8 h 00'	,,	8	Fuerte.	Con
8 h 16'	,,	4	,,	,,
8 h 47'	,,	25	El mas fuerte hasta ahora.	,,
8 h 52'	,,	5	Ligero.	,,
9 h 10'	,,	5	,,	,,
9 h 48'	,,	5	,,	,,
10 h 45'	,,	3	,,	Sin
10 h 55'	,,	8	,,	,,
11 h 13'	,,	10	Fuerte.	,,
p. m.				
12 h 39'	,,	3	Moderado.	,,
1 h 05'	,,	2	Ligero.	,,
1 h 07'	,,	7	,,	,,
2 h 00'	,,	5	,,	,,
2 h 32'	,,	4	,,	,,
2 h 33'	,,	6	,,	,,
2 h 35'	,,	2	,,	,,
2 h 50'	,,	6	Moderado.	,,
2 h 55'	Oscil. (S. 75° E.)	8	,,	Con
3 h 21'	Giratorio.	12	,,	Sin
3 h 30'	Oscil.	10	,,	,,
			(4 temblores por lo menos mas no fueron apuntados.	
4 h 00'		10	Moderado.	,,
4 h 30'		2	Ligero.	,,
4 h 40'	Compl.	15	Muy fuerte.	,,
5 h 55'	Vert.	2	Ligero.	,,
6 h 16'		2	,,	,,
6 h 34'	Oscil. N.	20	Fuerte.	Con

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
p. m.				
	80° E.			
6 h 42'		3	Ligero.	Sin
6 h 57'		1	,,	,,
7 h 04'		3	,,	,,
7 h 12'		4	,,	,,
7 h 15'		3	,,	,,
7 h 41'		3	,,	,,
7 h 44'		2	,,	,,
8 h 12'		4	,,	Con
8 h 15'		6	Moderado.	,,
8 h 18'		8	,,	,,
8 h 19'		4	,,	,,
8 h 20'		2	Ligero.	,,
8 h 25'		3	,,	,,
8 h 26'		3	,,	,,
8 h 35'		10	Moderado.	,,
8 h 45'		8	,,	,,
8 h 47'		2	Ligero.	,,
8 h 50'		10	Moderado.	,,
9 h 00'	Oscil. N. á S.	30	Fuerte.	,,
9 h 10'		2	Ligero.	Sin
9 h 45'		8	Moderado.	,,
9 h 46'		3	Ligero.	Con
9 h 48'	Compl.	20	Fuerte.	,,
10 h 01'		1	Muy ligero.	Sin
10 h 05'		1	,,	,,
10 h 18'	Oscil. E. á O.	10	Fuerte.	Con
10 h 30'		3	Ligero.	,,
10 h 40'	Oscil. E. á O.	20	Fuerte.	,,
10 h 42'		4	Ligero.	Sin
10 h 50'		4	,,	,,
10 h 54'		15	,,	Con
10 h 56'		4	,,	,,

Asino.—Diciembre 26 de 1879.

a. m.				
12 h 02'		5	Ligero.	Sin
12 h 06'		2	,,	,,
12 h 13'		2	,,	,,
12 h 22'		15	,,	,,
12 h 24'		2	,,	,,
12 h 25'		2	,,	,,
12 h 50'		2	,,	,,
1 h 20'		3	,,	,,
1 h 44'		10	,,	,,

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m.				
1 h 57'	Oscil. E. á O.	15	Moderado.	Con
1 h 58'		4	Ligero.	,,
2 h 05'	Oscil. E. á O.	10	Fuerte.	Sin
2 h 23'		4	Ligero.	Con
2 h 35'		10	,,	Sin
2 h 39'		8	,,	,,
2 h 40'		2	,,	,,
3 h 05'		20	Moderado.	,,
3 h 08'		4	Ligero.	Con
3 h 33'	Compl.	10	Moderado.	Sin
3 h 48'		4	Ligero.	,,
3 h 49'	Compl.	10	,,	,,
3 h 59'		4	,,	Con
4 h 21'		5	,,	,,
4 h 33'		4	,,	,,
4 h 36'	Oscil. E. á O.	10	Moderado.	,,
4 h 41'		5	Ligero.	Sin
4 h 50'	Oscil. E. á O.	10	Moderado.	Con
4 h 54'	,, ,,	4	Ligero.	,,
5 h 00'	Compl.	10	Fuerte.	,,
5 h 03'		4	Ligero.	,,
5 h 12'		4	,,	Sin
5 h 15'		4	,,	,,
7 h 27'		2	,,	,,
8 h 22'		8	Moderado.	,,
8 h 42'		2	Ligero.	Con
8 h 44'		4	Moderado.	,,
8 h 53'		15	,,	,,
9 h 06'		10	,,	Sin
9 h 26'		10	,,	Con
9 h 28'		3	Ligero.	,,
9 h 46'		6	Moderado.	,,
9 h 50'		2	Ligero.	Sin
10 h 02'		8	,,	,,
10 h 15'		6	,,	Con
10 h 32'		6	,,	,,
10 h 33'		4	,,	Sin
10 h 44'		4	,,	Con
10 h 46'		10	,,	,,
10 h 49'	Giratorio.	20	Fuerte.	,,
10 h 54'		6	Ligero.	,,
11 h 30'		6	,,	Sin
11 h 45'		4	,,	Con
p. m.				
12 h 55'		3	,,	Sin
1 h 35'		2	,,	,,

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
p. m.				
2 h 00'		10	Ligero.	Sin
2 h 02'	Oscil. E. á O.	6	Fuerte.	Muy fuerte.
2 h 04'		6	Moderado.	Con
2 h 36'		4	,,	,,
2 h 49'		3	Ligero.	,,
4 h 03'		5	Fuerte.	Sin
4 h 28'		2	Ligero.	Con
4 h 34'		6	,,	,,
4 h 35'		6	,,	Sin
4 h 42'		10	Fuerte.	Con
4 h 43'		6	,	Sin
5 h 10'		10	Moderado.	,,
5 h 15'		6	,,	Con
5 h 58'		16	,,	,,
6 h 09'		3	Ligero.	Sin
6 h 20'		6	,,	Con
6 h 42'		4	,,	,,
6 h 53'		3	,,	,,
6 h 56'		4	,,	Sin
6 h 58'		17.	Fuerte.	,,
7 h 17'		3	,,	Con
7 h 50'		15	,,	,,
8 h 10'	Giratorio.	15	,,	,,
8 h 14'		5	Ligero.	,,
8 h 39'		6	,,	,,
9 h 30'		1	,,	Sin
9 h 35'		1	,,	Con
9 h 40'		2	Moderado.	,,
10 h 00'		1	Ligero.	,,
10 h 28'		10	Fuerte.	,,
10 h 29'		2	Ligero.	,,
10 h 38'		6	Moderado.	,,
10 h 05'		6	,,	,,
11 h 11'	Giratorio.	30	El mas fuerte hasta ahora.	,,
11 h 19'	,,	20	Muy fuerte, pero menos que el precedente.	,,
11 h 41'		8	Moderado.	,,

Asino.—Diciembre 27 de 1879.

a. m.				
12 h 22'	Giratorio.	20	Fuerte.	Con
12 h 38'		15	Moderado.	,,

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m. 12 h 41'	Giratorio.	20	Muy fuerte, como el de 11 h 11' p. m. Hasta 3 h 30' a. m. descansaron. No hubo observaciones por 2 h 49'	Con
3 h 30'		10	Fuerte.	Con
4 h 46'		4	Moderado.	,,
6 h 10'		4	,,	Sin
6 h 11'		2	Ligero.	,,
6 h 14'		4	Moderado.	,,
6 h 45'		4	Ligero.	,,
8 h 17'		4	,,	,,
8 h 27'		6	Moderado.	,,
8 h 36'		4	,,	,,
8 h 45'		4	Ligero.	,,
9 h 20'		3	,,	,,
9 h 26'		2	,,	,,
9 h 40'		4	,,	Con
9 h 49'		4	,,	Sin
10 h 53'	Giratorio.	10	Fuerte.	,,
10 h 05'		4	Ligero.	,,
11 h 14'		6	,,	Con
11 h 20'		4	,,	Sin
11 h 43'		5	,,	,,
p. m. 12 h 20'		8	,,	,,
12 h 38'	Muy complicado, con oscilacion final del péndulo de Norte á Sur.	50	Un temblor terrible, el mas fuerte hasta ahora.	Con

Este último temblor interrumpió el telégrafo entre San Salvador y Asino, rompiendo el alambre en diferentes lugares. Otros cuatro temblores fuertes, pero menos intensos que el anterior, le siguieron. La casa de la oficina telegráfica en Asino, de construccion de madera, no fué destruida, pero se movió "como un buque sobre las olas de un mar tempestuoso." No obstante de esto, el Sr. Quiñones, telegrafista, no abandonó el aparato sinó cuando fué interrumpida la comunicacion.

Durante este temblor, la superficie del lago fué agitada por olas y el estremo N-O. tomó un color sucio. Las pequeñas vertientes, que cerca de Asino van al lago, aumentaban por corto tiempo su caudal. Numerosas grietas se abrieron entre Asino é Ilopango y en varios lugares brotaron nuevas fuentes. El agua de estas era fria con ligero olor y sabor á hidrógeno sulfurado. Pero el efecto principal de este temblor eran los innumerables derrumbos en los precipicios que rodean el lago al N-O., que obstruyeron casi el camino de Asino á Ilopango.

El Sr. Goodyear y compañeros se trasladaron el mismo dia á Ilopango, comenzando luego á componer la línea telegráfica de aquí á San Salvador y se hallaron á las 4 p. m. ya otra vez en comunicacion con la capital. En Ilopango siguieron todavia temblores con frecuencia y á las 8 h 30' p. m. continuaron los infatigables Señores sus observaciones, los que damos en la lista siguiente:

Ilopango.—Diciembre 27 de 1879.

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
p. m.				
8 h 30'		16	Moderado.	Con
8 h 34'		4	Ligero.	,,
8 h 58'		3	,,	,,
9 h 32'		8	Moderado.	,,
9 h 58'		6	,,	,,
10 h 05'		4	,,	,,
10 h 07'		3	Ligero.	,,
10 h 12'		5	,,	,,
10 h 35'		4	,,	,,
10 h 35½'		8	Moderado.	,,
10 h 36'		10	Ligero.	,,
11 h 02'		2	,,	,,
11 h 03'		4	,,	,,
11 h 55'		4	,,	,,
11 h 56'		4	,,	,,

Ilopango, 28 de Diciembre de 1879.

a. m.				
12 h 28'		6	Moderado.	Con
1 h 10'		10	,,	,,
1 h 47'		12	Ligero.	Sin
2 h 00'		6	Moderado.	Con
2 h 45'		4	Ligero.	Sin
3 h 20'		2	,,	Con

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m.				
3 h 42'		6	Ligero.	Con
5 h 45'		4	,,	,,
6 h 24'		10	Moderado.	,,
6 h 26'	———	8	Ligero.	Sin
7 h 24'		4	,,	,,
7 h 42'		2	,,	Con
7 h 50'		6	,,	Sin
7 h 56'		6	,,	,,
7 h 57'		4	,,	,,
8 h 05'		4	,,	Con
8 h 06'		2	,,	,,
8 h 08'		3	,,	,,
8 h 10½'		2	,,	,,
8 h 30'		7	,,	,,
8 h 37'		2	,,	,,
8 h 50'		4	,,	,,
8 h 55'		2	Moderado.	Sin
9 h 00'		6	,,	Con
9 h 22'		8	,,	,,
9 h 42'		12	,,	Sin
10 h 15'		4	Ligero.	Con
11 h 05'		6	Moderado.	,,
11 h 40'		10	,,	,,
11 h 42'		20	Fuerte.	,,
p. m.				
12 h 26'		2	Ligero.	Sin
12 h 32'		6	Moderado.	Con
12 h 58'		2	Ligero.	Sin
1 h 34'		12	Moderado.	Con
2 h 06'		4	Ligero.	,,
3 h 04'		6	Moderado.	,,
3 h 05'		20	Ligero.	,,
3 h 08'		10	Moderado.	,,
6 h 00'		4	Ligero.	,,
6 h 19'		8	,,	Sin
6 h 52'		10	Moderado.	Con
7 h 05'		1	Ligero.	,,
7 h 10'		4	Moderado.	,,
7 h 50'		6	Ligero.	,,
7 h 56'		3	,,	,,
8 h 00'		6	,,	,,
8 h 02'		2	,,	,,
8 h 22'		4	,,	,,
9 h 04'		2	,,	,,
9 h 52'		6	,,	,,
10 h 16'		10	,,	,,

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
p. m.				
11 h 20'		2	Ligero.	Con
11 h 30'		2	,,	,,
11 h 37'		4	Moderado.	,,
			Todos descansaron hasta 3 h 30' a. m.	

Ilopango, 29 de Diciembre de 1879.

a. m.				
3 h 30'		4	Moderado.	Con
4 h 43'		6	,,	,,
4 h 46'		4	Ligero.	Sin
5 h 05'		2	,,	Con
6 h 09'		2	,,	Sin
6 h 48'		2	,,	Con
7 h 00'		8	Fuerte.	,,
7 h 05'		4	Ligero.	,,
7 h 07'		6	,,	,,
8 h 35'		4	,,	,,
8 h 54'		2	,,	,,
10 h 00'		2	,,	,,
10 h 15'		2	,,	Muy recio
10 h 35'		2	,,	Con
11 h 45'		4	Fuerte.	,,
12 h 00'		2	Ligero.	,,
p. m.				
1 h 00'		1	,,	Sin
1 h 13½'		2	,,	Con
1 h 14'		1	,,	Sin
2 h 31'		3	,,	Con
2 h 43'		1	,,	,,
2 h 47'		4	,,	,,
3 h 50'		2	,,	,,
4 h 21'		4	,,	,,
4 h 22'		2	,,	,,
4 h 54'		6	Fuerte.	Muy recio
4 h 56'		6	Ligero.	Con
4 h 58'		6	Moderado.	,,
5 h 45'		2	Ligero.	,,
7 h 11'		1	,,	,,
7 h 37'		4	Moderado.	Muy recio
8 h 57'		6	Ligero.	Con
9 h 46'		2	,,	,,
10 h 00'		1	Muy ligero.	Sin
11 h 19'		2	Ligero.	Con

Ilopango, 30 de Diciembre de 1879.

Hora.	*Clase de Movimiento.*	*Duracion en segundos.*	*Fuerza.*	*Con ó sin ruido subterráneo.*
a. m.				
12 h 33'		2	Ligero.	Sin
1 h 56'		2	,,	Con
5 h 30'		1	,,	Sin
5 h 34'		2	,,	,,
6 h 07'			,,	Con
7 h 20'		1	,,	,,
7 h 29'		2	,,	Sin
7 h 30'		2	,,	Con
7 h 45'		4	,,	,,
8 h 17'		1	,,	,,
8 h 18'		2	,,	,,
8 h 40'		3	Moderado.	,,
10 h 00'		2	Ligero.	,,
10 h 14'		1	,,	,,
10 h 15½'		1	,,	,,
11 h 45'		2	,,	,,
p. m,				
1 h 11'		4	,,	,,
1 h 54'		4	,	Sin
2 h 50'		4	,,	,,

Como disminuyó el número de temblores, partieron á las 3 p. m. para San Salvador. Los temblores, apuntados despues por el Señor Goodyear son los siguientes:

Diciembre 31 San Salvador: 11 h. 36′ a. m. algo fuerte.
7 h. 25′ p. m. moderado.
7 h. 34′ p. m. 15 ó 20 segundos; fuerte, seguido de tres otros algo fuertes.

Enero 2 1880, San Salvador. Entre 3 y 4 a. m. ligero.
4 h. 20′ p. m. bastante fuerte.
4 h. 28′ p. m. ligero.
4 h. 29′ p. m. muy ligero.

Enero 6 Asino. 11 h. 05′ p. m. fuerte.
Enero 7 Ilopango. 11 h. 05′ p. m. ligero, bastante largo.
Enero 12. San Miguel Tepesonte. 9 h. 45′ p. m. moderado.

Nosotros observábamos durante nuestra permanencia en los alredeeores del lago los temblores siguientes:

Febrero 23. Apulo. 6 h. 21′ p. m. ligero, sin ruido.

Febrero 24.	,,	2 h. 21′ p. m. ligero, sin ruido.
Febrero 26.	,,	4 h. 00′ a. m. ligero, sin ruido.
		4 h. 30′ a. m. ligero, sin ruido.
Febrero 28.	,,	7 h. 27′ a. m. ligero, con ruido.
		8 h. 15′ p. m. muy ligero, sin ruido.
Febrero 29.	,,	3 h. 20′ a. m. ligero, sin ruido.
		5 h. 45′ a. m. ligero, sin ruido.
Marzo 3 á 4.	,,	Frecuentes temblores toda la noche.

Marzo 5. San Salvador. 7 h. 23′ p. m. ligero, sin ruido.
Marzo 6. Apulo. 4 h. 20′ a. m. ligero, sin ruido.

El número total de los temblores, desde 6 h. 38′ p. m. del 24 de Diciembre hasta 2 h. 50′ p. m. del 30 del mismo mes de 1879 es de 358. Durante tres intérvalos (14 ½ horas) no hicieron observaciones y suponiendo 42 temblores en este tiempo, tendriamos en menos de seis dias del último Diciembre 400 temblores en los alrededores del lago de Ilopango. Como habia temblado ya con la misma frecuencia tres dias y noches antes el número de temblores, esperimentados durante los últimos 10 dias del mes de Diciembre de 1879 será próximamente 600, todos perceptibles sin ayuda de instrumentos delicados.

De los 358 temblores, apuntados por el señor Goodyear, fueron observados:

	Número total.	Con ruido.	Fuertes.
En Asino	235	97 (41 o/o)	40 (17 o/o)
En Ilopango	123	100 (82 o/o)	4 (algo mas de 3 o/o)
	358	197	44

Como el suelo de Ilopango es mas sólido que el de Asino, debe conducir mejor el sonido y así se esplica porque el tanto p.o/o de los temblores acompañados de ruido subterráneo fué mayor en Ilopango que en Asino.

Respecto de la intensidad de los temblores en Ilopango (despues del 27 de Diciembre) dice el Señor Goodyear, que probablemente calificó varios, que antes hubiera llamado "fuertes", solamente de "moderados", estando los observadores todavia bajo la impresion del terremoto de 12 h. 38′ p. m. del 27 de Diciembre.

Los dos temblores mas fuertes fueron el del 27 de Diciembre y el del 31 del mismo mes. La estension del primero fué pequeña y su fuerza destructora quedó limitada por un círculo cuyo radio no escedió á 3 millas. Sufrieron por él los pueblos Soyapango é Ilopango. El segundo temblor (del 31) hizo sus estragos hácia el

S. E. del lago y lo sintieron en Ilopango y San Salvador menos fuerte que el otro. Se estendió sobre la mayor parte de la República y fué percibido en las poblaciones siguientes:

Sauce muy ligero.	*Umaña*
Jocoro	*San Vicente* vibracion pareció de O. á E.
Chinameca vibracion pareció de O. á E.	*Cojutepeque* ,, S. O. á N. E.
Jucuapa	*Quezaltepeque*
Usulutan	*Coatepeque.*

Tirando una línea desde Santiago Texacuango á un punto entre Apulo y San Martin, se separa el distrito donde el temblor del 27 de Diciembre fué mas fuerte (al Oeste del lago), del otro donde la intensidad fué mayor el 31 de Diciembre (al Este del lago.) En los puntos cerca de la mencionada línea se sintieron ambos temblores de la misma intensidad. Es curioso que en San Márcos (al Oeste del lago) dicen haber sido mas fuerte el temblor del 31.

Estragos, causados por los temblores del 27 y 31 de Diciembre de 1879 en los pueblos cerca del lago de Ilopango.

Temblor del 27 de Diciembre.

Ilopango.

En la cantina de Andrea Valle todos los vasos y la loza cayeron hácia Sur. Una piedra de moler (de 75 libras de peso por lo menos) que se hallaba sobre dos cajas de vino amarradas juntas cayó hácia el Sur casi á un metro de las cajas.

La cantinera misma, sentada sobre una caja, mirando hácia Sur, cayó sobre las manos.

En otra casa, cuya situacion es casi de Sur á Norte, cayó la pared Norte hácia este rumbo, la opuesta hácia Sur. El dueño asegura, que la última cayó un poco antes. Las paredes quedaron paradas. La casa era de adobe con techo de tejas.

Un efecto curioso produjo el temblor en la casa del Capitan Salvador Payes, Comandante de Ilopango. La casa está situada en direccion S. 86° E. Al lado Norte tiene un corredor, sostenido por cinco vigas cuadrangulares. Antes del temblor estas vigas se hallaban paralelamente á las paredes de la casa, pero su posicion

fué cambiada de tal manera que algunas giraron por 14° y una por 28° alrededor de su eje vertical.

Como el temblor del 27 de Diciembre fué casi trepidatorio, levantó por las sacudidas sucesivas al techo varias veces. Al mismo tiempo deben haber pasado tambien olas del temblor, reflejadas por el cerro de San Jacinto en direccion de S. S. O. á N. N. E, induciendo éstas á las vigas un movimiento jiratorio que se efectuó cuando por el levantamiento del techo se aflojaron los fierros que sujetaban aquellas á los palos del techo.

La puerta del lado Sur de la casa se safó de sus goznes y cayó hácia dentro.

Un mostrador fué movido casi ½ metro hácia S. 25° O.

En la escuela todas las paredes (de adobe) cayeron hácia afuera.

En la iglesia de Ilopango, cuyas paredes laterales estan de E. á O, el techo está sostenido por dos filas de á 8 columnas de madera. Todas estas giraron 5° ó 6° en la misma direccion como las vigas del corredor en la casa de Payes; las cuatro columnas del medio se torcieron algo mas, de 8° á 10.°

Temblor del 31 de Diciembre.

a. *San Martin*

Cuando pasábamos por San Martin ya habia sido reparado el poco daño causado por los temblores. El del 31 de Diciembre fué aquí algo mas fuerte.

En el hotel (casa de adobe, direccion O. á E,) una parte de la pared occidental cayó hácia afuera. De otra pared divisoria cayó la mitad hácia Norte, la otra mitad quedó parada.

b. *San Ramon.*

El temblor no destruyó ninguna casa pero causó algunas grietas en la iglesia. Esta tiene sus paredes laterales de E. á O. La pared Sur tiene en su mitad occidental dos grietas con inclinacion de 30°, atravesando estas la pared hasta la puerta. Al otro lado de esta sigue una grieta primero horizontalmente y subiendo despues con inclinacion de 3°. La parte superior de la pared está aquí algo dislocada hácia Norte. Ademas tiene esta pared algunas grietas perpendiculares. (vease la figura 1.)

c. *Candelaria.*

No visité este pueblo que sufrió mucho. En el terreno de sus contornos, atravesado por profundos barrancos, se verificaron numerosos derrumbos.

d. *Analco.*

La iglesia "Concepcion", situada sobre conglomerados cerca de la orilla del valle en donde corre el desagüe del lago, tenia paredes de cal y canto y techo de tejas. Sus paredes laterales tienen direccion S. 15° E. á N. 15° O. y 115 pies de largo. El ancho de la iglesia es de 40 piés. Todo el techo se hundió. Las paredes laterales quedaron intactas. La pared Sur se cayó, despedazando la puerta y quebrando en dos partes una gruesa viga de buena madera. De las paredes del lado Norte, que contenia la capilla, quedaron dos pedazos *a b* y *h* *y k* parados; *b c d* fue reducido á un monton de fragmentos sobre la base misma *d e* cayó hácia N. O, *e f* hácia N., *f g* hácia N E., *g h* hácia E. y *k l* hácia N. (vease la figura 2.)

La iglesia "Exaltacion de la Cruz," situada como media legua al N. 70° E. de Analco y 100 metros mas abajo, fué arruinada completamente.

El rio de la Hacienda, al S. E. de Analco sale de un tunel natural. Fué obstruido este y cesó de correr el rio por algunos dias, hasta que el agua se abrió de nuevo paso.

e. *San Miguel Tepesonte.*

En San Miguel destruyó el temblor del 31 de Diciembre la escuela, la carcel y dos casas, y dañó algunos ranchos viejos. Los ranchos ya estaban construidos otra vez y los escombros de la cárcel quitados; no pudimos averiguar nada respecto de la direccion del temblor.

f. *San Juan Tepesonte.*

La iglesia, construida de adobes y con techo de tejas, tiene sus paredes laterales de E. á O. El techo cayó adentro. La pared Sur quedó parada; de la del Norte cayó una parte hácia el mismo rumbo. La pared Este con la capilla fué destruida enteramente, cayendo hácia N. N. E. De la pared Oeste cayó la parte superior hácia Este. La parte todavia en pié tiene dos grietas de Norte á Sur subiendo estas 53° en esta direccion. (vea Fig. 3, 4.

En el convento estan los lados Norte y Oeste muy dañados. Todas las esquinas se abrieron.

De la carcel cayó una parte de la pared Norte hácia afuera.

Ascenso y Descenso de las Aguas del Lago de Ilopango

El 6 de Enero de 1880 llegó la noticia á San Salvador, que las aguas del lago habian subido desde algunos dias y que su nivel se hallaba ya 2 ó 3 piés mas alto que antes. No se podia averiguar, que dia comenzó este fenómeno, pero es muy probable que haya principiado luego despues del temblor fuerte del 31 de Diciembre.

Hasta la mañana del 7 de Enero subió tres pulgadas mas y continuó de la manera siguiente:

Desde	7 a. m. del 7 de Enero	hasta	4 p. m. del mismo dia	creció	3 pulgadas.
,,	4 p. m. ,, ,,	,,	4 p. m. del 8 de Enero	,,	4 ,,
,,	4 p. m. del 8 de Enero	,,	4 p. m. del 9 de Enero	,,	4 ,,
,,	4 p. m. del 9 de Enero	,,	4 p. m. del 10 de Enero	,,	5 ,,
,,	4 p. m. del 10 de Enero	,,	4 p. m. del 11 de Enero	,,	2½ ,,
					21½ pulgadas.

Desde 4 p. m. del 11 de Enero no subió mas y quedó en reposo hasta las 10 a. m. del dia siguiente (12 de Enero.) La subida total se duede estimar aproximadamente en 4 piés ingleses=1,219 metros.

El volúmen total que ocupó el agua sobre su antiguo nivel era el 11 de Enero 66,200.000 metros cúbicos, y considerando, que esta subida se verificó dentro de 10 dias, se tiene por término medio un aumento

en 1 dia de 6,620,000 metros cúbicos.
en 1 hora de 276,000 ,, ,,
en 1 minuto de 4,600 ,, ,,
en 1 segundo de 76 ,, ,,

Tal alteracion del nivel del lago debia afectar considerablemente las condicioues del desgüe. Este, antes un riachuelo de 6 metros de ancho y 3 dms. de profundidad, se habia convertido en un rio grande y era el 9 de Enero, cuando el Señor Goodyear le visitó, mas caudaloso ya que el rio Lempa, el rio mayor de la República del Salvador.

La enorme presion lateral, que ejerció el agua al subir, junto con la accion de la corriente rápida del caudoloso desagüe ensancharon y profundizaron pronto el lecho de este, escavando un canal de mas de 10 metros de profundidad. Hasta la mañana del 12 de Enero, el agua ya habia arrastrado la mitad de la playa de Atuscatla, con dos manzanas de terreno cultivado y cuatro ranchos y la corriente fué tan rápida que las lanchas no podian acercarse, porque hubieran sido arrebatadas. La enorme cantidad

de agua que salió por aquel canal, hizo bajar pronto el nivel del lago, comenzando esto á las 4 h. 30′ p. m. del 12 de Enero.

Dsde 4 h. 30′ p. m. hasta 7 h. 30′ p. m. del 12 de Enero bajó O, 254 metros.

El 16 de Enero habia bajado ya 4,52 metros (del nivel mas alto.)

El 20 de Enero estaba el nivel 8 metros bajo el nivel antiguo ordinario (medido por el Jeneral Señor Don Rafael Mora) y 9,22 metros mas bajo que el nivel mas alto del 11 de Enero (segun nivelacion del Señor Goodyear.)

El 24 de Febrero la superficie del lago se halló 10,34 metros debajo del nivel antiguo (nivelacion del Señor M. R. Ortega) y hasta el 6 de Marzo bajó O,15 metros mas.

El volúmen total de agua, que habia salido desde el 12 de Enero hasta el 6 de Marzo, era aproximadamente de 635,853,000 metros cúbicos.

Desde el 12 de Enero hasta el 20 de Enero (en ocho dias) salieron 500,600,000 metros cúbicos ó, por término medio:

En 1 dia	62,580,000	metros	cúbicos.
En 1 hora	2,607,500	,,	,,
En 1 minuto	43,458	,,	,,
En 1 segundo	724	,,	,,

Durante las tres horas de 4 h. 30′ p. m. á 7 h. 30′ p. m. del 12 de Enero (en este tiempo bajó O,254 metros,) salieron 13,790,000 metros cúbicos, ó por término medio:

En 1 hora	4,597,400	metros	cúbicos.
En 1 minuto	76,623	,,	,,
En 1 segundo	1,277	,,	,,

Para la comparacion ponemos aquí las cantidades de agua que algunos rios considerables llevan en 1 segundo:

Danubio	(en tiempo	de agua baja)	antes de dividirse	2603	metros	cúbicos
	,,	,,	cerca de Viena	2022	,,	,,
Rhin	,,	,,	al entrar en Holanda	1728	,,	,,
Po	,,	,,	antes de formar el Delta	1720	,,	,,
Rhin	,,	,,	cerca de Basel, Suiza	948	,,	,,
Sena	(término	medio)	cerca de Paris	500	,,	,,

Como se vé el desagüe se habia convertido en un rio mas caudaloso que el Sena (cerca de Paris) y El Rhin (cerca de Basel.)

La ruptura del canal se podia efectuar con tanta rapidez, porque el terreno estaba compuesto unicamente por arena volcánica y conglomerado.

El rio Jiboa, que recibe las aguas del lago, inundó estensos terrenos de la costa, destruyendo algunas fincas situadas sobre sus orillas.

Conforme fué bajando el nivel del lago, el canal del desagüe dísminuyó y á principio de Marzo, aunque todavia demasiado profundo y rápido para admitir el paso, ya no era aquella corriente impetuosa, que amenazó á todo lo que se hallaba cerca de su camino.

La aparicion del nuevo Volcan.

Como en años anteriores, los temblores de Diciembre de 1879 eran tambien acompañados por un aumento de la actividad solfatárica en el fondo del lago, manifestándose esto por la gran cantidae de hidrógeno sulfurado, que escapando del lago y llevado por el viento, infectaba el aire de los alrededores hasta San Salvador y Santa Tecla. Ademas se presentó otro fenómeno bastante curioso. El 9 de Enero aparecieron flotando sobre el agua numerosos copos de una espuma negra, formados por bubujas de dos milímetros hasta 2 centímetros de diámetro, las cuales al secarlas, formaban un polvo negro muy fino. Este polvo, puesto en contacto con una llama ardia como pólvora con una ligera esplosion, y se componia de sulfuro de hierro. La formacion se verificó de la manera siguiente. El hidrógeno sulfurado, que salió del fondo del lago mezclado probablemente con gran cantidad de vapor de agua, perdió éste por condensacion en el agua mas fria y formó al mismo tiempo pequeñas burbujas, las cuales, al subir hácia la superficie, encontraron en ciertos lugares una sal de hierro disuelta en el agua. Al contacto de los dos, la sal se precipitó sobre la superficie de las burbujas y fué llevado á la superficie del agua; permaneció por algun tiempo en este estado allí, hasta que las burbujas reventaron.

El mismo fenómeno observábamos nosotros en la tarde del 25 de Febrero. Las olas y el viento llevaron algunos de aquellos copos hasta la playa de Apulo; sin embargo, era difícil sacarlos, porque la mayor parte al tocarlos con la mano, reventaban y no dejaban mas que una mancha negra sobre el agua.

El polvo que recojí ardia despacio, despidiendo muchas chispas pequeñas.

A las 11 p. m. del 20 de Enero se oyó en apulo un ruido grande del centro del lago, como de esplociones, y luego aparecio una gran columna de vapor. En la mañana siguiente quedaron visibles varias rocas, casi en el centro del lago. Luego, cuando llego la noticia de este nuevo suceso á San Salvador, el señor Goodyear partió

para el lago y se embarcó con algunos compañeros á las 12 h. 30' p. m. del 21.

La temperatura del agua cerca de la orilla no habia cambiado aun, pero en una distancia de 300 metros á las rocas comenzó á subir rápidamente y á 100 metros de estas era tan elevada, que lamano no podia soportar el calor del agua. Cerca de las rocas el agua estaba "hirviendo" (no esta espresado en grados.) Por todas partes subian innumerables burbujas de la espuma negra que ya hemos descrito y pequeñas esplosiones en el fondo del lago empujaban corrientes de agua caliente hácia arriba, con bastante fuerza para levantar porciones de agua, tres á cuatro y algunas veces hasta diez metros de diámetro por un pié ó mas sobre el nivel general. El olor á hidrójeno sulfurado era muy fuerte.

El vapor muy estenso no permitió ver las rocas bien. Parecian ser cuatro ó cinco distintas, elevándose la mayor 8 á 10 metros sobre la superficie del lago. Las esplosiones, acompañadas por retumbos no muy recios, hicieron temblar toda la masa casi constantemente. La columna de humo se elevó entonces á una altura de 50 metros aproximadamente.

Hasta el 23 de Eenero permaneció el fenómeno en el mismo estado. Pero á las 5 h. 30' a. m. de este dia comenzaron nuevas esplociones con ruido grande y la columna de vapor subió á tal altura que quedó visible en San Salvador hasta medio dia. Al mismo tiempo las rocas en el centro del lago subieron y aumentaron su volúmen 4 ó 5 veces. Las rocas sufrieron despues un cámbio constante; el 27 de Enero la mayor ya habia alcanzado una altura de 30 á 40 metros. Varias rocas aisladas se unieron, quedando por fin dos islas casi del mismo tamaño, de las cuales una se hundió, existiendo el 3 de Febrero solamente un cerro grande y dos pequeñas rocas al S. O. de él, los restos de la parte que desapareció.

Algunas personas, que permanecieron una ú otra noche en Apulo aseguran, haber visto "fuego" en el nuevo cerro, quiere decir rocas, calentadas hasta el rojo.

No pude averiguar con seguridad los cambios que habia sufrido el nuevo volcan desde el 3 de Febrero hasta el dia en que lo ví la primera vez. Parece, que aumentó su altura constantemente pero sin gran ruido. Las dos pequeñas islas al S. O. estaban todavía visibles y lo quedaron hasta el 26 de Febrero, dia en que desaparecieron.

El 23 *de Febrero* la columna de vapor era muy alta y visible desde San Salvador, y disminuyó desde las 8 h. 30' p. m. El hediondo olor á hidrógeno sulfurado era casi insoportable en

Apulo. A las 9 h. 21' p. m. sentiamos en Apulo un ligero temblor sin ruido. Segun oiamos despues, este Temblor se habia estendido casi sobre todo el área de la República y era fuerte en los Departamentos occidentales. En Ilopango oyeron ruido subterráneo.

Al dia siguiente (24 *de Febrero*) el vapor se elevó á la altura de la montaña de los Tepesontes. El volcan al cual me acerqué, se presentó como una aglomeracion de rocas sueltas, muy escarpadas, y pareció tener una altura de 50 metros. El largo era entonces como de 150 metros y el ancho algo menos. El vapor se desprendia de la base y de toda la superficie con un ruido continuo. La atmósfera contenia aquí gran cantidad de hidrógeno sulfurado.

Un temblor ligero se hizo sentir en Apulo á las 2 h. 21' p. m.

En la noche subió la columna de vapor á gran altura.

25 *de Febrero.* A las 2 h. 00' p. m. y 2 h. 10' p. m. el ruido del escape de vapor era por algunos momentos tan fuerte, que lo oí desde el desagüe.

En la tarde encontré mucha espuma negra flotando hasta cerca de Apulo.

26 *de Febrero.* Todo el dia el volcan siguió en el mismo estado.

4 h. 00' a. m. }
4 h. 30' a. m. } Temblores lijeros sin ruido en Apulo.

11 h. 26' a. m. Temblor moderado sin ruido en Apulo.

5 h. 39' p. m. Retumbo como un cañonazo lejos.

5 h. 39' p. m. ,, ,, ,, ,, ,,

5 h. 42' p. m. ,, ,, ,, ,, ,,

No fué posible distinguir la direccion de donde vinieron estos retumbos.

Al oscurecer disminuyó mucho la cantidad de vapor.

27 *de Febrero.* Las dos pequeñas islas habian desaparecido; probablemente el dia anterior cuando se oyeron retumbos.

8 h. 02' a. m. Retumbo.

Todo el dia arrojó el volcan muy poco vapor.

28 *de Febrero.* La cantidad de vapor se aumentó algo á las 4 h. 00' p. m.

7 h. 27' a. m. Temblor con retumbo.

8 h. 15' p. m. Temblor muy lijero, sin ruido en Apulo.

29 *de Febrero.* El flanco Norte del volcan estaba enteramente despejado.

Del lado Sur salió considerable cantidad de vapor.

3 h. 20' a. m. Lijero temblor sin ruido en Apulo.

5 h. 45' a. m. ,, ,, ,, ,, ,, ,,

2 *de Marzo.* Muy poco vapor sale del lado Sur.

3 *de Marzo.* Muy poco vapor. Sale del lado Norte.

10 h. 00' a. m. Retumbos; despues de cada uno se aumentó algo la columna de vapor.

Dos rocas de 8 á 10 metros de altura aparecen al Oeste del volcan. Desde 8 h. 00' p. m. hasta media noche frencuentes y recios retumbos.

Casi toda la nocge del 3 al 4 de Mazro temblores en Apulo.

4 *de Marzo.* 3 h. 00' á 4 h. 00' a. m. retumbos muy intensos.

Las dos rocas de ayer han desaparecido; al Norte del volcan se habian levantado algunas otras.

9 h. 25' á 10 h. 20' a. m. 237 retumbos fuertes, de la manera siguiente:

9 h. 25' á 9 h. 30' a. m. 52 retumbos.
9 h. 30' á 9 h. 33' a. m. 19 ,,
9 h. 33' á 9 h. 39' a. m. 26 ,,
9 h. 39' á 9 h. 44' a. m. 52 ,,

Cesó hasta 10 h. 02' a. m.

10 h. 02' á 10 h. 05' a. m. 11 retumbos.
10 h. 05' á 10 h. 14' a. m. 43 ,,
10 h. 14' á 10 h. 17' a. m. 16 ,,
10 h. 17' á 10 h. 20' a. m. 18 ,,

Algunos segundos despues de los retumbos mas fuertes se levantaba generalmente uná área de agua como de una manzaná al Oeste del volcan por algunos piés, empujado sin duda por la conversion rápida del agua en vapor. Algunas veces estos levantamientos no eran precedidos por retumbos.

5 *de Marzo.* 7 h. 28' p. m. Ligero temblor sin ruido en San Salvador.

A las 8 h. 30' p. m. se oyó en San Salvador retumbos del lago y me fuí á Apulo donde apunté lo siguiente:

11 h. 55' hasta 11 h. 57' p. m. 41 retumbos
11 h. 57' ,, 11 h. 59' p. m. 27 ,,
11 h. 59' ,, media noche 18 ,,

6 *de Marzo.* 12 h. 11 a. m. Ruido prolongado muy recio, como producido por la caida de rocas. Algo despues por varios segundos menos recio.

12 h. 15' hasta 12 h. 17' a. m. 87 retumbos,
12 h. 19 a. m. 3 ,,
12 h. 19' hasta 12 h. 19' 30'' a. m. 7 ,,

Despues por 15 segundos bramido recio.

12 h. 21' a. m. 3 retumbos.

12 h. 22' a. m. 1 retumbo muy recio.
12 h. 23, a. m. 1 ,, ,, ,,
12 h. 24, a. m. 1 ,, ,, ,,
12 h. 25' a. m. 2 ,, ,, ,,
12 h. 26' a. m. 1 ,, ,, ,,
12 h. 27' à. m. 3 retumbos menos recios.
12 h. 28' a. m. 1 ,, ,, ,,
12 h. 30, a. m. Bramido muy intenso. Disminuyó algo y continuó mas fuerte desde 12 h. 33, hasta 12 h. 38' a. m.
12 h. 38' hasta 12 h. 39' a. m. 7 retumbos.
12 h. 39' ,, 12 h. 41' a. m. 41 ,,
12 h. 41' ,, 12 h. 42' a. m. 24 ,,
12 h. 42' ,, 12 h. 43' a. m. 9 retumbos muy fuertes.
12 h. 45' ,, 12 h. 46' a. m. 19 retumbos.
12 h. 49' ,, 12 h. 48' a. m. 29 ,,
12 h. 49, ,, 12 h. 50' a. m. 7 ,,
12 h. 50' ,, 12 h. 51' a. m. 22 ,,
12 h. 51' ,, 12 h. 54' a. m. 15 ,,
12 h. 54' ,, 12 h. 55' a. m. 40 retumbos menos fuertes.
12 h. 55' ,, 12 h. 58' a. m. 64 retumbos muy recios.
Comenzó el olor muy intenso á hidrógeno sulfurado.
Por media hora cesó todo ruido.
1 h. 35' a. m. 1 retumbo.
1 h. 43' hasta 1 h. 47' a. m. Bramidos.
1 h. 47' ,, 1 h. 49' a. m. 24 tetumbos ligeros.
1 h. 55' ,, 2 h. 00' a. m. 18 ,, ,,
2 h. 15' ,, 2 h. 18' a. m. 42 ,, recios.
2 h. 18' ,, 2 h. 25' a. m. 23 ,, ligeros.
2 h. 25' ,, 2 h. 26' a. m. 26 ,, ,,
2 h. 35' a. m. 1 retumbo.
2 h. 40' a. m. 8 retumbos seguidos fuertes.
2 h. 48' a. m. 1 retumbo.
3 h. 05' hasta 3 h. 06' a. m. 60 retumbos fuertes.
3 h. 06' ,, 3 h. 07' a. m. 17 ,, ,,
3 h. 07' ,, 3 h. 10' a. m. 114 ,, ,,
3 h. 10' ,, 3 h. 13' a. m. 111 ,, ,,

Todos los retumbos hasta ahora eran cortos, parecidos á cañonazos mas ó menos fuertes. A las 3 h. 17' a. m. cambió esto. Eos retumbos eran en seguida largos, comenzaron con un ruido muy intenso que se debilitó algo y terminó con un sonido fuerte. La duracion de cada uno era de 3 á 5 segundos. Como todos los otros claramente pracedieron del

centro del lago y estos parecian venir de otra direccion (del Oeste), creí primero que fuese trueno. Pero no habia entonces nubes y pronto observé ademas, que á cada uno de estos nuevos retumbos siguió una alta columna de vapor negro, que se levantaba del volcan de la misma manera como el vapor que escapa bruscamente en intervalos de una máquina. Cuando cesaron á las 3 h. 21' a. m., subió una inmensa columna de vapor negro, que dilatándose cubrió despues de 10 minutos por lo menos la tercera parte del cielo hasta entonces despejado.

3 h. 17' hasta 3 h. 21' a. m. 26 retumbos largos.
3 h. 43' 30'' a. m. 1 ,, ,,
3 h. 46' a. m. 6 retumbos largos seguidos.

Hasta 4 h. 44' a. m. hubo un intervalo de reposo, interrumpido solamente á las

4 h. 20' a. m. por un ligero temblor sin ruido.

4 h. 44' hasta 5 h. 06' a. m. Los diferentes retumbos (cortos y largos), acompañados por el ruido del escape del vapor, se siguieron con tanta rapidez y aun verificándose simultáneamente que me fué posible contarlos. Siempre los retumbos mas largos parecian venir del Oeste.

5 h. 30' a. m. Escape de vapor muy fuerte.

6 h. 16' hasta 7 h. 00' a. m. Numerosos retumbos de un sonido particular metálico; se siguieron tan rápidamente que tampoco pude contarlos.

7 h. 21' a. m. 4 retumbos ordinarios.

A las 7. h. 30' a. m. nos embarcábamos y pasábamos por la mitad de la distancia entre Apulo y el volcan. Este habia disminuido mucho su volúmen (tal vez la tercera parte desapareció) principalmente por el lado del Oeste. Esperimentábamos varios retumbos en el lago y siempre 2 ó 3 segundos antes de cada uno la lancha parecia pasar sobre arena, prodnciendose debajo de ella un sonido rechinador. No noté nada de particular respecto del estado ó movimiento del agua en tales momentos.

10 *de Marzo*. En la mañana fuerte olor á hidrógeno sulfurado en San Salvador.

19 *de Marzo*. Segun me contó el Ingeniero Don Eduardo Rubio que ha visitado últimamente el lago, este dia se levantó un cerro, del mismo volúmen y altura del primero que hemos descrito, y en medio de los dos se verifican verdaderas erupciones con intervalos de media hora. Con gran estrépito arro-

jó el volcan una columna de arena con mucho vapor. Segun esto, parece que se va á formar un verdadero crater en el lugar que ya durante nuestra presencia en el lago se habia distinguido como el foco de la mayor actividad.

La roca que compone el volcan del lago de Ilopango es una verdadera nueva lava, con todos los caractéres de la especie Riolito (Rhyolith.) La estructura es generalmente fibrosa y cecular, pero tambien en algunas partes mas compacta. Su color es un gris claro con manchas negras de cristales de Anfíbol (hornblenda). Los minerales que componen la masa principal son Cuarzo, Feldespato oligoclasico y Sanidin; de estos, el cuarzo no es visible á la simble vista; los feldespatos estan en parte cristalizados. Entre esta masa principal se encuentran diseminados gran número de cristales de Anfíbol (hornblenda) y de Augit. La superficie de las rocas está coloreada por peróxido de hierro.

Estado actual del Lago de Ilopango.

La faja de la orilla que quedó desocupada por la bajada de las aguas está cubierta por miriadas de conchas de una Physa (Limacidae), las cuales, mezcladas con pequeñísimos fragmentos de rocas componen una arena fina. Gran número de troncos de árboles, con las raices todavia en su lugar y envueltos en una capa gruesa de cal, prueban evidentemente la verdad de lo relacionado sobre el nivel antiguo (pág. 22)

La temperatura del agua ha subido mucho y se elevará mas cuando continue la actividad del nuevo volcan. Segun el viento, que con su ímpetu causa corrientes en la superficie, la temperatura varia algo en el mismo lugar y oscilaba junto á la playa de Apulo entre 33, 5 y 35 centígrados. Hácia el centro, ocupado por el volcan, sube la temperatura del agua lentamente hasta alcanzar á una distancia de 300 metros poco mas ó menos, 40 Centígrados. Junto al volcan observé temperaturas de 48 y 50 Centígrados, siendo esta temperatura suficiente para producir vapor, que sin elevarse mas que 1 ó 2 piés se desprende de varias partes de la superficie del agua cerca del volcan, principalmente hácia el Sud Oeste.

Los sondeos que practiqué y cuyos resultados estan puestos en el plano del Señor Don M. R. Ortega que acompaña este informe, ha-

cen ver, que desde la orilla Sur la profundidad aumenta mas pronto que en otras partes y que el volcan ocupa una estension considerable, siendo lo que sobresale del agua relativamente muy pequeño.

CONCLUSIONES.

Hemos relacionado hasta aquí nada mas que los hechos del fenómeno en cuestion. Séanos permitido decir algunas palabras esplicativas sobre él.

Segun dijimos, los temblores tienen su origen probablemente en grandes dislocaciones en el interior de nuestro globo, causadas principalmente por el enfriamiento de nuestro planeta, como tambien por la accion química y mecánica del agua y de ciertos gases. Pero bien puede ser que haya ademas otras causas para producir fenómenos semejantes.

Sea el interior de nuestro globo una inmensa masa candente, ó sea que las materias fundidas ocupen solamente espacios relativamente pequeños: seguro es, que estas, empujadas por cierta fuerza, suben alguas veces en las regiones volcánicas hasta la superficie, produciendo las erupciones de los volcanes.

La fuerza que impulsa tal movimiento es ninguna otra que la espansion del agua que contienen todas las rocas fundidas. Solamente la presion enorme que sufren todas partes del interior esplica, porque el agua puede adquirir la elevadísima temperatura de la lava candente (2000°) sin cambiar de estado. Sin embargo, con la presion y elevacion de temperatura se aumenta tambien la tension del agua y si supera esta á los obstáculos que le impiden desarrollarse, induce á la lava un movimiento hácia cualquiera direccion. Tratará primero llenar las cavidades que encuentra, comprimiendo los gases que contienen estas ú obligandolos de salir por grietas y canales que conducen á la superficie ó á otras cavernas. Cuando la entrada de la lava en tales cavidades es suficientemente violenta, los choques contra sus paredes pueden propagarse hasta producir temblores en la superfície terrestre.

La manera como se presenta la lava en la superfície depende

principalmente de la cantidad de agua que contiene. Si es pequeña esta, la lava corre como cualquier líquido y el agua se convierte en vapor que forma la parte principal de la columna de "humo" de la cual estan acompañadas todas las erupciones. Pero si la cantidad de agua es muy grande, cambia mucho el aspecto de la erupcion. La enorme tension del agua hace que se convierte ella en vapor con tanta fuerza, que la lava está despedazada y arrastrada al aire. Este "lapilli" (arena ó ceniza, segun la magnitud de las partículas) es llevada muchas veces á distancias enormes por el viento.

El último caso se verifica principalmente en los volcanes situados cerca del mar y así vemos que los de Centro-América se han distinguido por la enorme cantidad de ceniza y arena que arrojaran y que cubre hoy estensos terrenos de esta parte del continente.

Mientras la mayor parte de los temblores locales del Salvador fueron causados anteriormente por dislocaciones en el interior de su suelo, los últimos parece han sido originados por una verdadera reaccion de las materias en fusion que deben encontrarse en cierta profundidad.

Impelidas hácia arriba, encontraron obstruida la comunicacion con el crater del volcan de San Salvador, que antes dió salida á estas masas. Ciertas condiciones les hizo posible abrirse paso por el fondo del lago y sus esfuerzos para lograr esto deben haber producido temblores. Una vez abierta la comunicacion y disminuida la presion, el estado de tension del agua que contenia la lava ya no obró con tanta fuerza sobre el suelo. La lava salió en el fondo del lago y la presion de las aguas de este, como tambien su temperatura baja impidieron todavia la formacion de vapor durante los primeros dias del suceso. No nos parece probable que las rocas que formaron el fondo del lago en el lugar donde se verificó la erupcion hayan sufrido una dislocacion considerable, porque el pórfido que los constituye es muy poco elástico y de un levantamiento hubieran participado los alrededores del lago, de lo que no se encuentra ningun indício. La cantidad de 66,000,000 metros cúbicos de agua que fué desalojada, debe haber sido reemplazada por lava. Como no tenemos ningunos datos seguros sobre profundidades del lago en su medio antes de la erupcion, nos abstenemos de determinar la estension horizontal que podia ocupar la lava en el fondo del lago.

La solidificacion de la lava en la superficie de la parte arrojada comenzó probablemente muy pronto y como la afluencia no habrá sido siempre igual, durante un aumento la nueva lava de-

bia despedazar la costra ya formada, amontonándose los fragmentos hasta salir encima de la superficie del lago. Asi se comprende la periodicidad de los fenómenos referidos y la aparicion y desaparicion de rocas en el lago.

Creen algunos, que la formacion del nuevo volcan pondrá término á los temblores de los alrededores del lago de Ilopango. No somos de esta opinion. Casos análogos en otras partes nos hacen suponer, que como antes, así tambien en lo futuro no quedarán libres de este azote, aunque deseáramos poder decir lo contrario en favor de aquel bello pais, que tanta simpatía nos inspira.

FIN.

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS.

NOMBRE DEL LUGAR.	Fechas.		Horas del dia.	Termómetro seco.	Termómetro húmedo.	Aneróide.	Temperatura del aneróide.	Tension del vapor de agua.	Humedad relativa.
Santa Tecla.	Febrero.	16	7 a. m.	17,9	15,8	686,25	20,3	12,06	80
			9 p. m.	18,9	17,6	685,90	20,0	14,17	88
Apulo.		24	7 a. m.	22,4	15,9	721,00	23,2	9,14	46
			10 a. m.	31,0	20,0	723,00	25,5	13,46	32
			2 p. m.	35,2	23,6	720,50	28,9	14,51	34
			9 p. m.	25,0	19,0	722,75	27,2	12,67	54
		25	7 a. m.	22,0	18,0	722,75	24,5	12,91	66
			10 a. m.	27,2	20,5	722,75	25,0	13,83	52
			2 p. m.	30,5	23,5	720,00	28,0	17,22	53
			9 p. m.	22,5	19,8	720,90	26,5	15,49	77
		26	7 a. m.	22,4	19,3	721,75	27,0	14,75	74
			2 p. m.	29,2	22,3	720,00	28,5	15,77	53
			9 p. m.	23,0	19,8	721,50	26,9	15,18	72
		27	7 a. m.	21,7	17,2	721,75	24,4	11,85	62
			2 p. m.	30,7	22,0	720,80	27,8	14,30	44
San Salvador.	Marzo.	8	9 p. m.	20,7	18,6	705,90	25,0	14,67	81
		9	7 a. m.	23,7	21,0	706,30	24,5	16,84	78
			2 p. m-	29,7	23,0	703,75	28,2	16,76	55
			9 p. m.	23,3	21,3	705,75	26,0	17,63	83
		10	7 a. m.	22,4	18,5	705,90	24,0	13,27	67
			2 p. m.	25,9	20,5	706,00	27,2	14,63	58
Sonsonate.		12	7 a. m.	21,8	19,2	736,40	24,3	14,95	77
Ahuachapan.			9 p. m.	20,0	14,2	693,50	24,0	8,54	49
Jalpatagua.		14	7 a. m.	22,2	20,0	712,40	24,5	14,46	82
Oratorio.			1 p. m.	28,6	19,0	684,50	29,0	10,46	36

GREGORIO AGUILAR.

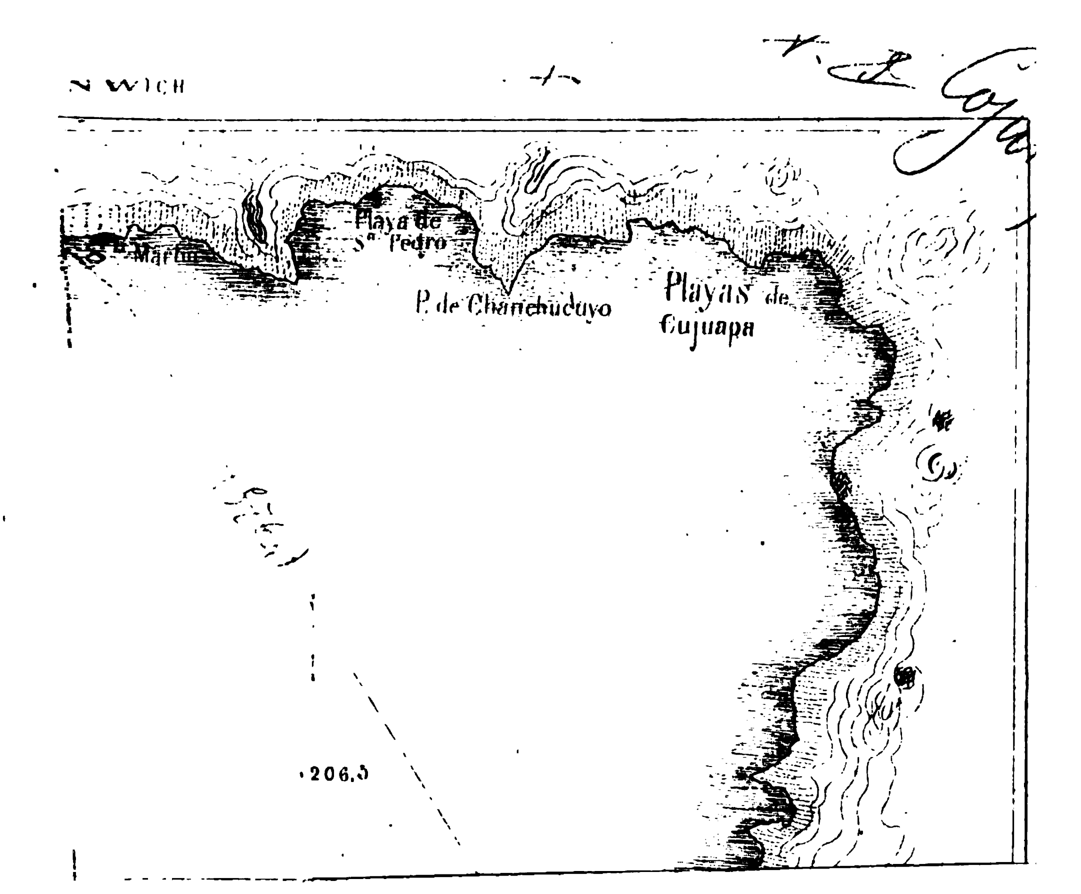
Alturas sobre el nivel del mar en metros.

Cuajiniquilapa	893 m.
Los Esclavos (orilla del rio)	788 m.
Oratorio	977 m.
Jalpatagua	556 m.
Guarumal	644 m.
Santa Tecla (Nueva San Salvador)	920 m. 935
San Salvador	692 m. 226
Apulo	499 m.
Lago de Ilopango	486 m.
Cojutepeque	877 m.
San Ramon	646 m.
Analco	670 m.
Cumbre de Cuxcux	959 m.
San Miguel Tepesonte	813 m.
Cumbre mas elevada de la montaña de los Tepesontes	1007 m.
Sonsonate	202 m.
Nahuizalco	569 m.
Salcoatitlan	1010 m.
Apaneca	1470 m.
Ahuachapan	772 m.

Volcan de San Salvador.

Valle de la Ceiba	858 m.
Casa de Juan Melara	1690 m.
Orilla del cráter cerca de la casa	1752 m.
Punto mas alto de la orilla del cráter	1845 m.
Lago del cráter	1360 m.
(Profundidad del cráter 485 m.)	
Pié occidental del Pico mas alto	1595 m.
Cumbre mas elevada del volcan	1879 m.

INDICE.



N WICH
Pᵗᵃ Sⁿ Martin
Playa de Sⁿ Pedro
P. de Charrehuduyo
Playas de Cujuapa
206,5

TEMBLORES DE TIERRA

Y

FENÓMENOS VOLCÁNICOS

OCURRIDOS EN EL



REPUBLICA DEL SALVADOR.

1880

TEMBLORES DE TIERRA

Y

FENÓMENOS VOLCÁNICOS,

OCURRIDOS

DE DICIEMBRE DE 1879 A ENERO DE 1880

EN LA

REPUBLICA DEL SALVADOR

AMÉRICA CENTRAL

POR

W. A. GOODYEAR,

GEÓLOGO DEL ESTADO.

Traducido de órden del Gobierno, por el intérprete oficial.

SAN SALVADOR.

IMPRENTA NACIONAL — Calle de La-Libertad.

1880.

TEMBLORES DE TIERRA

Y FENÓMENOS VOLCÁNICOS, OCURRIDOS DE DICIEMBRE DE 1879 Á ENERO DE 1880

EN LA REPÚBLICA DEL SALVADOR

AMÉRICA CENTRAL

por

W. A. GOODYEAR,

Geólogo del Estado.

A su Excelencia el Honorable Sr. Don Salvador Gallegos, Ministro de Instruccion Pública.
San Salvador.

Señor:

Los temblores de tierra en el Salvador dependen de la misma magna causa que, en el transcurso de los siglos pasados, ha efectuado gradualmente el levantamiento de los continentes con sus cadenas de montañas, y la depresion de los lechos de los Océanos. Esa causa es una contraccion lenta de la masa de la misma tierra.

Sin entrar en la cuestion sobre si el interior de la tierra es líquido ó sólido, es evidente que en cualquiera de ambos casos cuando el interior de la esfera sufre una accion de contraccion, la costra exterior debe sufrirla igualmente, y si esta no es suficientemente plástica para ceder poco á poco é ir gradualmente arrugándose y plegándose, entónces, como la enorme tension crece por grados en intensidad, debe ceder al fin, quebrarse repentinamente y trituararse.

Este último fenómeno es el que realmente acontece en la costra sólida de la tierra y cada vez que ocurren esos quebrantamientos y desagregaciones producen terremotos.

Las vibraciones ú ondulaciones producidas por el temblor se trasmiten inmediatamente del punto de orígen en todas direcciones por las rocas vecinas y superpuestas, exactamente como se propagan por el aire las ondulaciones del estampido de un cañonazo.

Las profundidades donde se originan los temblores varían, segun los lugares y ocasiones, desde 2 ó 3 hasta 50 kilómetros ó mas; siendo una regla general que cuanto mas profundo se encuentra el orígen de esas conmociones tanto, mayor es el área de tierra que sacuden.

Las olas que los terremotos producen se propagan por su propia velocidad, la cual cambia segun la naturaleza de los terrenos que atraviesan, siendo dichas olas suceptibles de ser reflejadas por las grandes cordilleras, ó modificadas de otra manera como lo son las olas que los truenos forman en la atmósfera ó las de los lagos y mares.

El primer impulso de la ondulacion directa y no modificada de un temblor es siempre un brusco empuje en una direccion hácia afuera del punto de su orígen.

Si un punto de la superficie está colocado directamente encima del lugar del orígen del choque, el primer impulso en ese punto naturalmente es un levantamiento vertical, y cuanto mayor sea la distancia de este punto á otros lugares de la superficie, dentro del área de accion del choque, tanto mas se aproximará en esos lugares el primer impulso á una direccion horizontal.

Si ninguna ondulacion reflejada ó modificada por otra causa llega á cruzarse con la vibracion directa, el temblor será únicamente de una simple serie de oscilaciones en una sola direccion. Pero si las ondulaciones reflejadas, viniendo de distintas direcciones, llegan á un punto dado antes que hayan cesado las vibraciones de las ondulaciones directas, entonces el cruzamiento y choque de las ondulaciones producen aquella serie complexa de movimientos, de remecimientos jiratorios que son las mas destructoras de todas las clases de accion de los temblores.

El área de la fuerza destructiva de un terremoto aislado es siempre muy peque-

ña, si se la compara con toda la estension de tierra sacudida; y está esa área por lo general situada ya sea verticalmente sobre la localidad del orígen del temblor, ó bien en sus cercanías, cuando estan próximas ponderosas montañas que puedan haber reflejado las ondulaciones.

Aquí conviene mencionar de paso que una de las razones porque los terremotos son tan singularmente destructivos en el Salvador, debe buscarse en el hecho de que su superficie es muy variada y tiene tan voluminosos y aislados cerros, como por ejemplo, los volcanes de San Salvador y San Vicente, los cuales cuando hay fuertes temblores reflejan las ondulaciones que llegan á sus flancos y los devuelven de varios puntos para cruzarse à un mismo tiempo en todas direcciones en las comarcas mas bajas que yacen entre ellos.

Durante el quebrantamiento y trituracion de las rocas, que produce cada terremoto fuerte, una cierta cantidad de la fuerza mecánica, puesta en juego, se trasforma en calor, el cual hace subir la temperatura de las rocas circundantes. Cualquiera aumento de calor en las rocas viene siempre acompañado del correspondiente aumento de accion química, la que se hace tanto mas intensa cuanto mayor sea la temperatura que alcance.

Esta es una de las causas de la presençia de volcanes en los paises donde tiembla.

Las esplosiones de los volcanes son, á veces, la causa de temblores de estension y fuerza limitada á su vecindad inmediata; pero sería un grande error atribuir en ningun caso á los volcanes los terremotos que sacuden con gran fuerza una estension considerable de tierra; porque en las operaciones de la naturaleza el efecto mayor no es producido por una causa inferior; sino que lo contrario es la verdad.

Por grandes que algunas veces aparezcan las poderosas manifestaciones de los volcanes no deja de ser cierto que la suma de fuerza desarrollada en sus mas poderosos sacudimientos, no es sino cosa insignificante en comparacion de la fuerza mucho mas tremenda con la que un temblor sacude á un pais, aunque éste no sea mas grande que la pequeña República del Salvador.

Hay solo un modo posible de determinar con certeza la localidad y la profundidad del orígen de un temblor, y este consiste en observar en muchos puntos la direccion exacta de donde proviene el primer impulso de la ondulacion directa del temblor; porque como esta ondulacion se esparce radialmente para todas partes, es evidente que si las direcciones de donde viene se determina con exactitud, y en diferentes lugares, el vértice del ángulo de tales direcciones indicará el centro ó el orígen del temblor. Si el movimiento es suave ó solo de una fuerza moderada es posible descubrir su orígen por medio de instrumentos á propósito, con observadores instruidos estacionados en muchos diferentes puntos dentro del área de accion del temblor, observando y anotando la hora exacta, la direccion, el carácter y la duracion del movimiento. Pero cuando el sacudimiento es bastante fuerte para producir una catástrofe, todos los instrumentos son inútiles, y el único recurso que queda para averiguar su orígen es un estudio subsiguiente de las ruinas.

Es cierto que si hubiera una larga serie de temblores, como los que se han esperimentado últimamente en el Salvador, en un pais como los grandes llanos del Este de Nebraska y Kansas (Estados Unidos) donde las montañas distan centenares de millas y las rocas interiores son de un carácter y de una consistencia medianamente uniforme sobre áreas enormes, donde, por consiguiente seria imposible que la ondulacion fuera rechazada ó seriamente modificada, y si en el acto de comenzar la serie se pusiesen á trabajar en distintos puntos de la área de accion un buen cuerpo de observadores, con instrumentos á propósito y en constante comunicacion telegráfica con una oficina central: entonces seria posible señalar en menos de 24 horas, casi con exáctitud, el centro principal de accion é indicar con seguridad las localidades donde se podia esperar el peligro mas inminente.

Pero en un pais como el nombrado nunca ocurre una série de temblores de tal naturaleza, y en paises como el Salvador, donde sí tienen lugar, son muchas y grandes las dificultades que se presentan para hacer observaciones organizadas

y dignas de confianza. Fuera del hecho general de que los temblores vienen siempre desconcertadamente, sin un aviso previo y cuando nadie los espera, hay dos dificultades principales para estudiar estos fenómenos, y son, primera: que en el pais no existen los instrumentos á propósito ni los observadores instruidos; y segunda, que el carácter sumamente quebrado y variado de su topografía, y la distinta naturaleza de sus rocas y de su suelo son á propósito para someter las olas de los temblores á toda clase de reacciones y modificaciones, lo cual á la par que produce el movimiento mas peligroso, hace que sea muy difícil distinguir las ondulaciones directas de las modificadas. He creido conveniente presentar en la relacion anterior el estado actual de la ciencia relativamente á los temblores.

Hechas estas esplicaciones, dejo á S. E. y á los salvadoreños el juzgar hasta donde sea posible predecir estos fenómenos, sin un plan organizado de observaciones que pueda ponerse en planta en el momento en que comience una serie de temblores; ahora procedo á dar los detalles mas importantes de las informaciones que he podido reunir respecto de los recientes temblores que han ocurrido en esta República.

Parece que esta série de temblores no se ha hecho sentir en una estension muy grande del territorio, sino que ha sido circunscrita dentro de los límites de la República del Salvador; puesto que los informes telegráficos de Guatemala, Honduras y Nicaragua anuncian que no se han sentido sacudimientos en ninguno de esos paises. Sin embargo los movimientos han recorrido mas de las tres cuartas partes de esta República, habiéndose sentido desde La-Union, en el Este, hasta Ahuachapan, en el Oeste y desde la costa del Pacífico, en el Sur, por lo menos hasta Sensuntepeque y Chalatenango, en el Norte. Con todo, es probable que no se haya sentido el mismo temblor á un tiempo en toda esa estension, con excepcion tal vez de aquel de las 7 34 p. m. del 31 de Diciembre de 1879, al contrario la mayor parte fueron estremadamente locales en su carácter, limitándose comparativamente á pequeñas áreas, siendo algunos mas fuertes en una localidad y otros en otra.

Si examinamos el mapa del Salvador, notamos que todos los volcanes del pais que han estado en actividad dentro de los tiempos históricos, forman casi una línea recta que corre de Norte 78° á Oeste del volcan de Conchagua al grupo de Santa Ana é Izalco; la ciudad de San Salvador y la laguna de Ilopango estan situados muy cerca de esa línea; que se puede llamar propiamente el eje volcánico del pais.

Esta línea marca probablemente el curso que sigue en esta República, por la costra de la tierra, una grande y profunda hendedura de estension y magnitud continental que atraviesa todo Centro-América y está intimamente conexionada con el gran sistema de cordilleras que da frente al océano Pacífico, desde Patagonia hasta el estrecho de Behring.

Durante estos recientes temblores, bajo la lenta pero tremenda presion que constantemente ejercen el océano Pacífico por el Sur y el territorio de Honduras por el Norte, toda la parte de esta gran grieta comprendida en los límites de la República del Salvador se ha resentido mas ó menos y ha estado constantemente esperimentando locales movimientos internos, los que, ocurriendo en rápida sucesion, á lo largo de su línea y á distintas profundidades, daban lugar en su superficie á los temblores siendo causa de su localizacion.

Sin embargo el centro principal de accion, donde hubo el movimiento mas grande durante toda la série, es sin duda ninguna en las inmediaciones de la laguna de Ilopango y á una profundidad debajo de la superficie que, con toda probabilidad, no baja de algunas millas inglesas, aunque los datos que yo he podido reunir no son suficientes para determinarla con mucha exactitud.

La serie de temblores empezó en San Salvador en la tarde ó en la noche del 21 de Diciembre de 1879; el Señor Quiñones dice que el primero se sintió como á las 4 p. m. pero no llamaron la atencion hasta en la noche. Desde esa hora en adelante, durante las noches y siguientes

dias, fueron muy frecuentes. Y por lo que yo sé no hay ninguna observacion de ellos que valga la pena, anterior á la noche del 24 de Diciembre. Cuando comenzaron los temblores estaba yo acompañado por el Capitan P. Spilsbury y ocupado en trabajos geológicos cerca de la gran curva del rio Lempa, en el Noreste del departamento de Cabañas.

El dia 22 de Diciembre, á las 5 20 p. m, llegamos á Sensuntepeque, capital del Departamento; no habìamos sentido temblores ni teníamos noticia de ellos de ninguna parte hasta que el 23 del mismo mes, á las 3 p. m., recibí un telegrama de S. E. el Señor Presidente Zaldivar llamándome con urgencia para la Capital, á causa de los frecuentes temblores que allí se sentían.

Inmediatamente nos pusimos en camino y llegamos á Ilobasco en la noche.

A las 4 y 15 p .m. del siguiente dia 24 de Diciembre me encontró en Ilopango un esprofeso, quien me entregó una carta del Sr. Presidente manifestándome, que, segun los mejores informes recibidos hasta esa fecha, parecia probable que el centro de accion estuviese en las inmediaciones de la laguna de Ilopango y suplicándome que fuera á pasar la noche allà. Llegamos á Asino, punto situado en la orilla de la Laguna, á las 6 30 p. m.: de esta hora hasta las 10 p. m. el Capitan Spilsbury contó 8 temblores.

Como á las 9 30 p. m. llegó el telegrafista Don Jorge Quiñones á Asino y estableció comunicacion telegráfica entre nosotros y la Capital. A las 10 30 p. m. principiamos á observar y anotar los sacudimientos y obtuvimos el resultado siguiente:

DICIEMBRE 24 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
10 32 p. m.	Vertical		moderado	con
10 40 „	Oscilatorio	5	suave	sin
11 08 „	Complexo	5	„	sin
11 34 „	Vertical	3	moderado	sin
12 05 a. m.	Oscilatorio	3	suave	con
12 20 „	Vertical	4	moderado	sin
12 30 „	„	6	„	sin

DICIEMBRE 25 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
12 35 a. m.	Oscilatorio	2	suave	sin
12 37 „	Complexo	10	moderado	sin
12 40 „	„	20	fuerte	sin
12 42 „	Oscilatorio	5	suave	sin
12 45 „	„	5	„	sin
12 47 „	Vertical	12	fuerte	sin
12 51 „	Oscilatorio	2	suave	sin
12 55 „	Vertical	15	„	sin
12 58 „	„	8	moderado	sin
1 15 „	Oscilatorio	3	suave	sin
1 18 „	„	2	„	sin
1 28 „	„	7	moderado	sin
1 30 „	Complexo	6	„	sin
1 36 „	Vertical	10	„	con
1 40 „	Oscilatorio	6	moderado	con
1 41 „	„	2	suave	sin
1 44 „	„	2	„	sin
2 05 „	Vertical	25	fuerte	sin
2 07 „	Oscilatorio	2	suave	sin
2 20 „	Vertical	2	„	sin
2 21 „	„	15	fuerte	con
2 30 „	Oscilatorio	2	suave	con
2 32 „	„	2	„	sin
2 35 „	„	2	„	sin
2 40 „	„	2	„	sin
2 45 „	Vertical	5	„	sin
2 50 „	„	25	fuerte	con
2 55 „	„	10	moderado	con
2 56 „	„	3	suave	sin
3 20 „	Oscilatorio	5	„	sin
3 26 „	Vertical	25	fuerte	sin
3 45 „	Oscilatorio	2	suave	sin
3 50 „	„	5	„	sin
3 55 „	„	5	„	sin
4 00 „	„	10	moderado	sin
4 10 „	Vertical	26	fuerte	sin
4 15 „	„	4	suave	con
4 18 „	„	3	fuerte	con
4 20 „	„	3	„	sin
4 30 „	„	6	moderado	con
4 35 „	„	10	fuerte	con
5 00 „	„	3	suave	sin
5 10 „	„	2	„	sin
5 30 „	Vertical	5	moderado	sin
5 45 „	„	4	„	sin
6 00 „	„	2	„	sin
6 15 „	„	6	„	sin
6 35 „	„	5	„	sin
6 40 „	„	12	fuerte	sin

DICIEMBRE 25 DE 1875.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
6 50 a. m.	Vertical	4	suave	sin
7 00 ”	.. ..	..	”	sin
7 00 ”	Oscilatorio	2	”	sin
7 30 ”	Complexo	3	”	sin
7 45 ”	Vertical	5	moderado	sin
8 00 ”	”	8	fuerte	con
8 16 ”	”	4	”	con
8 47 ”	”	25	el mas fuerte hasta ahora	con
8 52 ”	”	5	suave	con
9 00 ”	”	5	”	con
9 48 ”	”	5	”	con
10 45 ”	”	3	”	sin
10 55 ”	”	8	”	sin
11 13 ”	”	10	fuerte	sin
12 39 p. m.	”	3	moderado	sin
1 05 ”	”	2	suave	sin
1 07 ”	”	7	”	sin
2 00 ”	”	5	”	sin
2 32 ”	”	4	”	sin
2 33 ”	”	6	”	sin
2 35 p. m.	”	2	”	sin
2 50 ”	”	6	moderado	sin
2 55 ”	Oscilatorio S. 78° este magnético.	8	”	con
3 21 ”	Oscilatorio E. y O despues giratorio	12	”	sin
3 30 ”	Oscilatorio E. y O	10	”	sin

Entre las 3 30 y las 4 00 p. m. á lo menos 4 choques se pasaron sin apuntar.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
4 00 p. m.	.. ..	10	moderado	sin
4 30 ”	.. ..	2	suave	sin
4 40 ”	Circular	15	muy fuert	sin
5 55 ”	Vertical	2	suave	sin
6 16 ”	.. ..	2	”	sin
6 34 ”	Oscilatorio N. 80° E. magnético.	20	fuerte	con
6 42 ”	.. ..	3	suave	sin
6 57 ”	.. ..	1	”	sin
7 04 ”	.. ..	3	”	sin
7 12 ”	.. ..	4	”	sin
7 15 ”	.. ..	3	”	sin
7 41 ”	.. ..	3	”	sin
7 44 ”	.. ..	2	”	sin
8 12 ”	.. ..	4	suave	con
8 15 ”	.. ..	6	moderado	con
8 18 ”	.. ..	8	”	con
8 19 ”	.. ..	4	”	con
8 20 ”	.. ..	2	suave	con
8 25 ”	.. ..	3	”	con
8 26 ”	.. ..	3	”	con
8 35 ”	.. ..	10	moderado	con

DICIEMBRE 25 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
8 45 p. m.	.. ..	8	moderado	con
8 47 ”	.. ..	2	suave	con
8 50 ”	.. ..	10	moderado	con
9 00 ”	Oscilatorio N. y S	30	fuerte	con
9 10 ”	.. ..	2	suave	sin
9 45 ”	.. ..	8	moderado	sin
9 46 ”	.. ..	3	suave	con
9 48 ”	Circular	20	fuerte	con
10 01 ”	.. ..	1	muy suav	sin
10 05 ”	.. ..	1	” ”	sin
10 18 ”	Oscilatorio E. y O	10	fuerte	con
10 30 ”	.. ..	3	suave	con
10 40 ”	Oscilarorio E. y O	20	fuerte	con
10 42 ”	.. ..	4	suave	sin
10 50 ”	.. ..	4	”	sin
10 54 ”	.. ..	15	”	con
10 56 ”	.. ..	4	”	con

DICIEMBRE 26 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
12 02 a. m.	.. ..	5	suave	sin
12 06 ”	.. ..	2	”	sin
12 13 ”	.. ..	2	”	sin
12 22 ”	.. ..	15	”	sin
12 24 ”	.. ..	2	”	sin
12 25 ”	.. ..	2	”	sin
12 50 ”	.. ..	2	”	sin
1 20 ”	.. ..	3	”	sin
1 44 ”	.. ..	10	”	sin
1 57 ”	Oscilatorio E. y O	15	moderado	con
1 58 ”	.. ..	4	suave	con
2 05 ”	Oscilatorio E. y o	10	fuerte	sin
2 23 ”	.. ..	4	suave	con
2 35 ”	.. ..	10	”	sin
2 39 ”	.. ..	8	”	sin
2 40 ”	.. ..	2	”	sin
3 05 ”	Oscilatorio E. y O	20	moderado	isn
3 08 ”	.. ..	4	suave	con
3 33 ”	Circular	10	moderado	sin
3 48 ”	.. ..	4	suave	sin
3 49 ”	Circular	10	”	sin
3 59 ”	.. ..	4	”	con
4 21 ”	.. ..	5	”	con
4 34 ”	.. ..	4	”	con
4 36 ”	Oscilatorio E. y O	10	moderado	con
4 41 ”	.. ..	5	suave	sin
4 50 ”	Oscilatorio E. y O	10	moderado	con
4 54 ”	Oscilatorio E. y O	4	suave	con
5 00 ”	Circular	10	fuerte	con
5 03 ”	.. ..	4	suave	con

DICIEMBRE 26 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
5 12 p. m.	.. ..	4	suave	sin
5 15 ,,	.. ..	4	,,	sin
6 27 ,,	.. ..	2	,,	sin
8 22 ,,	.. ..	8	moderado	sin
8 42 ,,	.. ..	2	suave	con
8 44 ,,	.. ..	4	moderado	con
8 53 ,,	.. ..	15	,,	con
9 06 ,,	.. ..	10	,,	sin
9 26 ,,	.. ..	10	,,	con
9 28 ,,	.. ..	3	suave	con
9 47 ,,	.. ..	6	mederado	con
9 50 ,,	.. ..	2	suave	sin
10 02 ,,	.. ..	8	,,	sin
10 15 ,,	.. ..	6	,,	con
10 32 ,,	.. ..	6	,,	con
10 33 ,,	.. ..	4	,,	sin
10 44 ,,	.. ..	4	,,	con
10 46 ,,	.. ..	10	,,	con
10 49 ,,	Circular	20	fuerte	con
10 54 ,,	.. ..	6	suave	con
11 30 ,,	.. ..	6	,,	sin
11 45 ,,	.. ..	4	,,	con
12 55 ,,	.. ..	3	,,	sin
1 35 ,,	.. ..	2	,,	sin
2 00 ,,	.. ..	10	,,	sin
2 02 ,,	Oscilatorio E. y O	6	Fuerte con fuer-	tes
2 04 ,,	.. ..	6	moderado	con
2 36 ,,	.. ..	4	,,	con
2 49 ,,	.. ..	3	suave	con
4 03 ,,	.. ..	5	fuerte	sin
4 28 ,,	.. ..	2	suave	con
4 34 ,,	.. ..	6	,,	con
4 35 ,,	.. ..	6	,,	sin
4 42 ,,	.. ..	16	fuerte	con
4 43 ,,	.. ..	6	,,	sin
5 10 ,,	.. ..	10	moderado	sin
5 15 ,,	.. ..	6	,,	con
5 58 ,,	.. ..	16	,,	con
6 09 ,,	.. ..	3	suave	sin
6 20 ,,	.. ..	6	,,	con
6 42 ,,	.. ..	4	,,	con
6 53 ,,	.. ..	3	,,	con
6 56 ,,	.. ..	4	,,	sin
6 58 ,,	.. ..	17	fuerte	sin
7 17 ,,	.. ..	3	,,	con
7 50 ,,	.. ..	15	,,	con
8 10 ,,	Circular	15	,,	con
8 14 ,,	.. ..	5	suave	con
8 39 ,,	.. ..	6	,,	con

DICIEMBRE 26 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
9 30 a. m.	.. ..	1	suave	sin
9 35 ,,	.. ..	1	,,	con
9 40 ,,	.. ..	2	moderado	con
10 00 ,,	.. ..	1	suave	con
10 28 ,,	.. ..	10	fuerte	con
10 29 ,,	.. ..	2	suave	con
10 38 ,,	.. ..	6	moderado	con
11 05 ,,	.. ..	6	,,	con
11 11 ,,	Circular	30	El mas fuerte hasta ahora.	con
11 19 ,,	,,	20	Menos fuerte que el aterior.	con
11 41 ,,	.. ..	8	moderado	con

DICIEMBRE 27 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
12 22 a. m.	Circular	20	fuerte	con
12 38 ,,	.. ..	15	moderado	con
12 41 ,,	Circular	20	Muy fuerte como el de las 11 11' p. m.	con

De las 12 41 a. m. hasta las 3 30 a. m. ó sean 2 horas 49 minutos no hubo observacion, porque dormimos todos.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
3 30 ,,	.. ..	10	fuerte	con
4 46 ,,	.. ..	4	moderado	con
6 10 ,,	.. ..	4	,,	sin
6 11 ,,	.. ..	2	suave	sin
6 14 ,,	.. ..	4	moderado	sin
6 45 ,,	.. ..	4	suave	sin
8 17 ,,	.. ..	4	,,	sin
8 27 ,,	.. ..	6	moderado	sin
8 36 ,,	.. ..	4	,,	sin
8 45 ,,	.. ..	4	suave	sin
9 20 ,,	.. ..	3	,,	sin
9 26 ,,	.. ..	2	,,	sin
9 40 ,,	.. ..	4	,,	con
9 49 ,,	.. ..	4	,,	sin
10 53 ,,	Circular	10	fuerte	sin
11 05 ,,	.. ..	4	suave	sin
11 14 ,,	.. ..	6	,,	con
11 20 ,,	.. ..	4	,,	sin
11 43 ,,	.. ..	5	,,	sin
12 20 p. m.	.. ..	8	,,	sin
12 38 ,,	Muy complexo, y cuando terminó el péndulo estaba Norte y Sur.	50	Un terrible sacudimiento mucho mas fuerte que cualquiera de los anteriores.	con

Este temblor puso término á nuestras observaciones en Asino, fué seguido por otros cuatro en rápida sucesion, todos fuertes; pero ninguno igual al primero.

Este rompió el alambre del telégrafo en

diferentes puntos, entre Asino é Ilopango y lo arrojó de los postes en varios otros puntos donde no habia sido reventado; causando á la vez en la vecindad de Asino y por todo el camino que conduce á Ilopango innumerables grietas. Tambien resultaron varias vertientes de agua, una de ellas de una rara belleza que tuve ocasion de observar en un punto del camino mismo, distante como una milla de Asino. A juzgar por los efectos, un chorro de forma circular de arena y agua de un pié de diámetro, poco mas ó menos, debe haber sido arrojado verticalmente á la altura de 2 á 3 pies, descendiendo de tal manera que dejó la arena distribuida con perfecta regularidad en la estension de un círculo de 12 á 15 pies; en el centro del cual quedó el hoyo que, media hora despues del temblor, era de forma perfectamente circular y de un pié de diámetro, por el cual salió el nuevo surtidor de agua.

El dia 7 de Enero, cuando observé dicha vertiente por última vez, seguia corriendo el agua, aunque á causa de lo delesnable del terreno se habia ensanchado su abertura. La temperatura del agua era fria, con un lijero pero muy perceptible olor y gusto á hidrógeno sulfurado (HS.)

Otras consecuencias del mismo temblor fueron, primera: agitar las aguas de la Laguna en varios puntos de la orilla y enlodándolas repentina é intensamente en la estremidad Nor Oeste: segunda aumentar temporalmente todos los riachuelos de las inmediaciones de Asino con diez veces mas de su volúmen ordinario; y tercera, causar numerosos y grandes derrumbos en todos los cerros escarpados de la vecindad.

El camino de Asino á Ilopango estaba en varios lugares completamente obstruido con aglomeraciones de los derrumbes que, desde arriba hasta el borde del inferior precipicio, formaban una ladera contínua tan pendiente como puede formarse de materiales sueltos.

La casa de la oficina telegráfica en Asino no cayó, porque es de la construccion mas ligera posible, siendo enteramente de madera, con el techo de paja y bastante bien asegurada, pero se balanceó como una embarcacion diminuta sobre olas tempestuosas.

Es digna de mencion la conducta del Señor Quiñones, que antes de comenzar el temblor fuerte, estaba sentado en la mesa de su oficina. En el acto de sentirse el primer choque puso el dedo en la máquina para averiguar si se sentia el sacudimiento en el mismo instante en San Salvador, y que por tremendo que fué el siguiente choque no se movió del aparato hasta que se convenció que los hilos estaban rotos. Pasado el temblor se suscitó la cuestion de lo que debíamos hacer, habíamos visto las nubes de polvo levantándose en todas direcciones de los derrumbes de los cerros y vimos las innumerables grietas abiertas en el suelo á nuestro rededor. Confieso que yo estaba asustado.

Deliberamos por un momento.

Primero dispusimos quedarnos en el lugar, aunque todos sentíamos un deseo de estar mejor en un suelo mas firme; pero Quiñones me avisó que la línea telegráfica estaba indudablemente interrumpida y eso hizo decidirme, porque cualquiera otra observacion que pudiéramos haber hecho en Asino, quedándonos allá, no habría podido ser comunicada á la Capital. Por esta razon me resolví ir á Ilopango y en efecto nos fuimos pasando con mucho trabajo por encima de los derrumbes.

Llegados allí tuvimos que cortar ambos alambres que conducían á Asino y hacer uno solo de ellos para restablecer la comunicacion telegràfica, cosa que con las herramientas que hallamos en ese pueblo no era obra de un momento; pero el Capitan Spilsbury se mostró á la altura de esa dificultad y con malos instrumentos hizo el trabajo. El resultado fué que cerca de las 4. p. m. hablamos otra vez con San Salvador.

En Ilopango continuaron los temblores con frecuencia toda la tarde, pero no llevamos nota de ellos, sino desde el de las 8 30 p. m. en adelante.

Aquí debo indicar que en la tarde del 26 de Diciembre dejé al Capitan Spilsbury y al Señor Quiñones en Asino, para que continuasen las observaciones y yo me fuí con el Señor Pa-

checo al desagüe de la Laguna, para examinar lo que ocurría allí.

Llegamos al empezar la noche á Atascatla (asi se denomina el caserío de la playa del desagüe) permanecimos allí toda la noche, y en la mañana fuimos al desagüe y lo encontramos en su estado normal, sin haber mas nuevo que unas zanjas abiertas por una cuadrilla de hombres que habia sido mandada con el objeto de ensanchar dicho desagüe.

Este trabajo era enteramente inútil, á no ser que haya servido para calmar por un momento el temor de parte de la gente sencilla que cree tontamente que la laguna es la causa de los temblores y en la tradicion igualmente necia de que los Españoles, aumentando la latitud y profundidad del desagüe aludido, lograron impedir los terremotos por cincuenta años.

Esa misma mañana el desagüe estaba enteramente libre; no habia habido cambio alguno en el nivel del agua de la Laguna y la cantidad que salia era evidentemente la misma que en otra época de esta estacion. Yo la calculé igual á la que contiene un rio de 20 piés de ancho y uno de profundidad, con una velocidad en su curso de dos á tres millas por hora.

En la noche precedente, así como en la mañana mencionada, ocurrieron frecuentes temblores; pero no fueron nì en mayor número ni mas fuertes que en Asino, ni produjeron mayores efectos que en cualquiera otra parte.

El mismo dia 27, á las 12 15 p. m., regresé á Asino y cuando preparaba el telegrama para el Señor Presidente, comunicándole el resultado de mi viaje al desagüe, ocurrió el terrible terremoto que rompió el alambre del telégrafo y nos obligó á dirigirnos á Ilopango.

A las 8 30 p. m. del mismo mes principiamos en Ilopango de nuevo nuestras observaciones, con relacion á los temblores. De ellas aparece lo siguiente:

DICIEMBRE 27 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
8 30 p. m.	2 temblores uno inmediatamente tras el otro.	16	moderado	con
8 34 „	.. ..	4	suave	con
8 58 „	.. ..	3	„	con
9 32 „	.. ..	8	moderado	con
9 58 „	.. ..	6	„	con
10 05 „	.. ..	4	„	con
10 07 „	.. ..	3	suave	con
10 12 „	.. ..	5	„	con
10 35 „	.. ..	4	„	con
10 35 ½ „	.. ..	8	moderado	con
10 36 „	.. ..	10	suave	con
11 02 „	.. ..	2	„	con
11 03 „	.. ..	4	„	con
11 55 „	.. ..	4	„	con
11 56 „	.. ..	4	„	coo
12 28 a. m.	.. ..	6	moderado	con
1 10 „	.. ..	10	„	con
1 47 „	.. ..	12	suave	sin
2 00 „	.. ..	6	moderado	con
2 45 „	.. ..	4	suave	sin
3 20 „	.. ..	2	„	con
3 42 „	.. ..	6	„	con
5 45 „	.. ..	4	„	con
6 24 „	.. ..	10	moderado	coa
6 26 „	.. ..	8	suave	sin
7 24 „	.. ..	4	„	sin
7 42 „	.. ..	2	„	con
7 50 „	.. ..	6	„	sin
7 56 „	.. ..	6	„	sin
7 57 „	.. ..	4	„	sin
8 05 „	.. ..	4	„	con
8 06 „	.. ..	2	„	con
8 08 „	.. ..	3	„	con
8 10 ½ „	.. ..	2	„	con
8 30 „	.. ..	7	„	con
8 37 „	.. ..	2	„	con
8 50 a. m.	.. ..	4	„	con
8 55 „	.. ..	2	moderado	sin
9 00 „	.. ..	6	„	con
9 22 „	.. ..	8	„	con
9 42 „	.. ..	12	„	sin
10 15 „	.. ..	4	suave	sin
11 05 „	.. ..	7	moderado	sin

DICIEMBRE 28 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
11 40 a. m.	.. ..	10	moderado	con
11 42 „	.. ..	20	fuerte	con
12 26 p. m.	.. ..	2	suave	sin
12 32 „	.. ..	6	moderado	con

DICIEMBRE 28 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
12 58 p. m.	.. ..	2	suave	sin
1 34 "	.. ..	12	moderado	con
2 06 "	.. ..	4	suave	con
3 04 "	.. ..	6	moderado	con
3 05 "	.. ..	20	suave	con
3 08 "	.. ..	10	moderado	con
6 00 "	.. ..	4	suave	con
6 19 "	.. ..	8	"	sin
6 52 "	.. ..	10	moderado	con
7 05 "	.. ..	1	suave	con
7 10 "	.. ..	4	moderado	con
7 50 "	.. ..	6	suave	con
7 56 "	.. ..	3	"	con
8 00 "	.. ..	6	"	con
8 02 "	.. ..	2	"	con
8 22 "	.. ..	4	"	con
9 04 "	.. ..	2	"	con
9 52 "	.. ..	6	"	con
10 16 "	.. ..	10	"	con
11 20 "	.. ..	2	"	con
11 30 "	.. ..	2	"	con
11 37 "	.. ..	4	moderado	con

A esta hora todos nos acostamos y dormimos hasta las 3 a. m.

DICIEMBRE 29 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
3 30 a. m.	.. ..	4	moderado	con
4 40 "	.. ..	6	"	con
4 43 "	Oscilatorio S. O.	4	suave	sin
5 05 "	.. ..	2	"	con
6 09 "	.. ..	2	"	sin
6 48 "	.. ..	2	"	con
7 00 "	.. ..	8	fuerte	con
7 05 "	.. ..	4	suave	con
7 07 "	.. ..	6	"	con
8 35 "	.. ..	4	"	con
8 54 "	.. ..	2	"	con
10 00 "	.. ..	2	"	con
10 15 "	.. ..	2	suave con	fte.
10 35 "	.. ..	2	"	con
11 45 "	.. ..	4	muy fuert	con
12 00 m.	.. ..	2	suave	con
1 00 p. m.	.. ..	1	"	sin
1 13½ "	.. ..	2	"	con
1 14 "	.. ..	1	"	sin
2 31 "	.. ..	3	"	con
2 43 "	.. ..	1	"	con
2 47 "	.. ..	4	"	con
3 40 "	.. ..	2	"	con
4 21 "	.. ..	4	"	con

DICIEMBRE 29 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
4 22 p. m.	.. ..	2	suave	con
4 54 "	Oscilatorio N. y S	6	fuerte con	fte.
4 56 "	" N. y S	6	suave	con
4 58 "	" N. y S	6	moderado	con
5 45 "	" N. y S	2	suave	con
7 11 "	.. ..	1	"	con
7 37 "	.. ..	4	moderado con	fuert.
8 57 "	.. ..	6	suave	con
9 46 "	.. ..	2	"	con
10 00 "	.. ..	1	muy suav	sin
11 19 "	.. ..	2	suave	con

DICIEMBRE 30 DE 1879.

Hora.	Movimientos.	Duracion estimada en segundos.	Fuerza.	Con ó sin retumbos.
12 33 a. m.	.. ..	2	suave	sin
1 56 "	.. ..	2	"	con
5 30 "	.. ..	1	"	sin
5 34 "	.. ..	2	"	sin
6 07 "	Un doble choque.		suave con	doble
7 20 "	.. ..	1	"	con
7 29 "	.. ..	2	"	sin
7 30 "	.. ..	2	"	con
7 45 "	.. ..	4	"	con
8 17 "	.. ..	1	"	con
8 18 "	.. ..	2	"	con
8 40 "	.. ..	3	moderado	con
10 00 "	.. ..	2	suave	con
10 14 "	.. ..	1	"	con
11 15½ "	.. ..	1	"	con
11 45 "	.. ..	2	"	con
1 11 p. m.	.. ..	4	"	con
1 54 "	.. ..	4	"	sin
2 50 "	.. ..	4	"	sin

En la mañana del 30 de Diciembre el Capitan Spilsbury y yo visitamos Asino y á las 3 p. m. del mismo dia salimos de Ilopango para San Salvador; desde entónces ha habido pocos temblores, yo he sentido los siguientes:

Diciembre 31 de 1879 á las 11 36 a. m. en San Salvador, algo fuerte
" 31 de " á las 7 25 p. m. en " " fuerte de 15 á 20 segundos de duracion. Este último fué seguido rapidamente por otros tres, algo fuertes.

Enero 2 de 1880 entre 3 y 4 p. m. en San Salvador, suave.
" 2 de " á las 4 20 p. m. en San Salvador, algo fuerte.
" 2 de " á las 4 28 p. m. en " " suave.
" 2 de " á las 4 29 p. m. en " " muy suave.
" 6 de " á las 11 05 p. m. en Asino fuerte.
" 7 de " á las 11 05 p. m. en Ilopango, largo pero suave.
" 12 de " á las 9 45 p. m. en San Miguel Tepesontes, moderado.

El exámen prolijo de los dos datos precedentes da á conocer dos ó tres hechos de algun interes.

El número total de temblores observados en Asino é Ilopango de las 6 30 p. m. del 24 de Diciembre hasta las 2 50 p. m. del 30 del mismo, mas un intervalo de un poco menos de 6 dias, fué 372; de éstos se observaron 249 en Asino, antes de las 12 45 p. m. del 27 de Diciembre y despues en Ilopango.

De aquellos sentidos en Asino, 103 ó cerca del 41 por ciento fueron acompañados de retumbos, mientras en Ilopango 100 ó como el 81 por ciento vinieron así.

La grande diferencia entre los dos lugares con respecto á esto, consiste indudablemente en que siendo el suelo de Ilopango mucho mas sólido que el de Asino, es un mejor conductor del ruido; y la gente de Ilopango me ha asegurado que la frecuencia relativa de los retumbos fué allá tan grande antes del fuerte sacudimiento del 27 como despues.

De todo el nùmero de temblores habidos en esos 6 dias, se sintieron más durante la noche que de dia, porque si dividimos cada 24 horas en dos períodos de 12 horas y llamamos de las 7 00 a. m. á 7 00 p. m. el dia, y de las 7 p. m. á las 7 00 a. m. la noche, encontramos que hubo 208 de noche y solamente 164 de dia.

Pero no se puede decir que en cada una de las noches haya habido más que durante el dia precedente ó subsiguiente.

En Asino se observaron de las 6 30 p. m. del 24 de Diciémbre hasta las 7 p. m. del 26 del mismo, 205 temblores ó un poco mas de 100 cada 24 horas; de esos ocurrieron 128 de noche y solo 77 de dia; pero con los temblores menos frecuentes que sentimos en los 3 dias que estuvimos en Ilopango, despues del fuerte sacudimiento del 27 sucedió lo contrario, pues hubo mas de dia que de noche.

Otra circunstancia digna de mencionarse es que de los 249 temblores que observamos en Asino, 44 ó sean 18 por ciento, fueron anotados como fuertes, mientras que de los 123 ocurridos en Ilopango solo 4 ó un poquito mas del 3 por ciento merecieron ese calificativo. Esto se debe indudablemente, á lo menos en parte, á la circunstancia de que un suelo flojo como el de Asino, sufre mas en un temblor que uno firme como el de Ilopango, pero tambien puede ser que antes del fuerte temblor del 27 de Diciembre, las comunicaciones terrestres fueran intrínsicamente mas fuertes que despues de esa fecha. Es posible ademas que, despues de haber esperimentado ese sacudimiento máximo, hayamos anotado como "temblor moderado" el que antes nos hubiera merecido el calificativo de "fuerte."

Segun el mapa de esta República levantado por el Señor Maximiliano von Sonnenstern en 1859, y que es el mejor entre los que se han publicado hasta hoy, la longitud máxima de la Laguna de Ilopango de Este á Oeste es poco mas ó menos de 9 ½ millas inglesas, por una anchura media de algo mas de 5 millas en las tres cuartas partes de su longitud y tiene una área de 40 millas de superficie líquida próximamente.

Por falta de un barómetro exacto no puedo determinar con todo rigor la altura de la Laguna sobre el nivel del mar, que es casi de 1,500 piès.

Su extremidad Nor-Oeste se dirige casi en línea recta al Oriente de San Salvador y dista 5 millas de esa ciudad. Está situada en una hondonada, circuida de cerros elevados en todo su perímetro.

En la parte del Norte y del Este los cerros tienen su arranque en la misma orilla del agua ó muy cerca de ella, son muy precipitadas y á veces verticales y como cortadas á pico, alcanzando una altura que varía entre 200 y 500 piés, y se componen casi esclusivamente de capas de arena y ceniza volcánicas y estratificadas, que, por lo regular, son de un color amarillo claro y consolidados solo en algunos puntos. Los arroyos que llevan sus aguas á la Laguna han hecho escavaciones en varios puntos y en la extremidad del Este, en que el terreno es mas suave, hay un verdadero laberinto de picos muy agudos y gargantas muy estrechas.

Se dice que el lago es muy hondo; su desagüe se encuentra en su estremidad Sur-Este, descargándose al rio Jiboa que corre en direccion Sur hácia el mar. A

su lado Sur los cerros se levantan mucho mas alto que al lado Norte, alcanzando las crestas mas elevadas, probablemente una altura de 1,500 piés encima de su superficie, presentando lindos paisajes de la comarca á su rededor.

Estos cerros son tambien esclusivamente de materiales volcánicos, pero de una composicion mucho mas dura que aquellos del Norte y Este, componiéndose la mayor parte de aglomeraciones de piedras, á veces muy grandes y generalmente bien liadas. Al Oeste del lago el suelo sube gradualmente por una distancia de 2 ó 3 millas hácia los cerros de San Jacinto, que estan exactamente al Sur de San Salvador y cuyas cimas estan probablemente 2,000 piés encima de su nivel de agua. Asino está situado en la playa de la estremidad Nor-Oeste de la Laguna. Ilopango queda en un llano, un poco detras de la cumbre del cerro, como 2 millas Nor-Oeste de Asino y de 200 á 300 piés mas alto que el Lago.

Apulo es el nombre de un lugarcito en la ribera Norte de la Laguna, como 2 millas al Este de Asino. Mas tarde tendré que hablar mas de ese curioso Lago, pero por ahora trataré otra cosa.

El área del efecto destructivo del terremoto de las 12. 38 p. m. del 27 de Diciembre fué muy pequeña, tomando Asino como centro no pasó de un círculo con un radio de 3 millas.

Ilopango fué el pueblo que mas sufrió habiéndose caido allí muchas paredes y arruinándose muchas casas; pero no tengo noticia que persona alguna haya sido muerta ó estropeada, aunque se encontraban lo menos 1,000 personas en el área del efecto destructivo y aunque muchos de los derrumbos de los cerros pesaban centenares de toneladas.

El 3 de Enero de este año supe que el temblor del 31 de Diciembre anterior se habia sentido en casi toda la República, pero particularmente fuerte al lado Este de la Laguna de Ilopango, donde se aseguraba que habian sido arruinadas dos ó tres aldeas.

El 6 de Enero, como la serie de temblores aparentemente habia cesado, volví á salir de la capital para hacer una espedicion á todo el rededor de la Laguna, á fin de estudiar lo mas á fondo posible los efectos destructivos de los temblores del 27 y 31 de Diciembre. En este viaje estuvimos 8 dias y volvimos á San Salvador el dia 14 de Enero.

Ahora procedo á dar en detalle aquellas informaciones, que he podido obtener, conducentes á indicar de qué direccion vinieron los dos temblores referidos, lo mismo que la naturaleza de su movimiento, etc, etc.

El temblor del 27 de Diciembre botó en direccion al Norte una silla que se hallaba en la playa de Asino.

Andrea Valle, cantinera en Ilopango, asegura que toda la loza y la cristalería que estaba en su mesa se cayó hácia el Sur. Tambien dice que su piedra de moler, que pesa á mi juicio como 75 libras y se hallaba encima de 2 cajas vacias de vino paradas y ligadas entre sí, fué botada hácia el Sur como á tres piés de distancia sin que las cajas cayesen. Agrega que al comenzar ese temblor, estando ella sentada en otra caja con su frente al lado Sur, su primera sensacion fué esperimentar un levantamiento repentino acompañado ó inmediatamente seguido por un movimiento oscilatorio en direccion al Norte, el cual la echó casi de bruces al suelo hácia el Sur y que despues de esto el movimiento fué demasiado complicado para poder describirlo.

En una casa de Ilopango construida de Norte á Sur, quedaron paradas las paredes laterales con el techo, mientras que las del frente y de atras cayeron para afuera: la del lado Norte al Norte; y la del lado Sur al Sur. El dueño de esa casa dice que estuvo cerca y vió caer ambas paredes y aunque la una cayó primero que la otra, está muy seguro que fué la del Sur la que se anticipó á caer.

En la casa del Capitan Payes, comandante de Ilopango, se observaron algunos efectos curiosos.

Esa casa es nueva, construida en direccion Sur 86° Este magnético y no se cayó. El techo de la entrada al lado Norte descansa sobre 5 horcones de 6 pulgadas en cuadro, los cuales tienen por base unas piedras cuadradas y estan asegurados tanto arriba como abajo por un

tenon vertical. Los lados de esos horcones estaban antes del temblor, paralelos con las paredes de la casa; pero despues se encontraron, sin haber sufrido otro cambio visible, girados sobre su base hácia el Nor-Este de una manera tal que sus lados, que antes estaban al Sur 86° Este, quedaron en direccion al Nor-Este. Los que giraron menos se presentan Norte 80° Este y el que mas de ellos giró está Norte 68° Este magnético. Una puerta pesada al lado Sur de la misma casa fué levantada por lo menos 2 ½ pulgadas de sus visagras, cayendo para dentro completamente despegada. Habia tambien una mesa pesada ó mostrador apoyado en el puro suelo, que se movió 2 ½ piés en direccion sur 25° Oeste magnético, sin girar por ningun lado, porque estos quedaron casi paralelos con las paredes de la casa. Solo en el lado Este de esa casa cayeron del techo las tejas como en un ancho de dos piés del halero, quedando las demas en su lugar.

La casa de la escuela que, despues del temblor estaba rajada en sus cuatro esquinas, para caerse, fueron arrojadas del techo algunas tejas de los lados Este y Oeste, principalmente del primero, mientras que á los lados Norte y Sur solo cayó una que otra.

La iglesia de Ilopango es un edificio nuevo que mide como 100 piés de largo, en direccion de Este á Oeste, por unos 40 de ancho: sufrió daños considerables pero no se cayó. Su techo está sostenido por dos hileras de horcones de ocho cada una. Estos pilares miden 12 pulgadas en cuadro y se apoyan sobre pedestales de ladrillo de 3 piés de alto.

Los 4 horcones del centro giraron sobre su base unos 8 ó 10 grados en la misma direccion de aquellos de la portada de Salvador Payes; los otros giraron del mismo modo, pero no tanto como los 4 mencionados.

El centro del grupo del cerro de San Jacinto está en direccion Sur 70° Oeste y en línea recta de 4 á 5 millas distante de Ilopango.

La única informacion adicional y que da alguna luz sobre el verdadero orígen del temblor del 27 de Diciembre, consiste en el hecho de que los derrumbos en los cerros del lado Norte de la Laguna fueron numerosos y fuertes, hasta una milla al Este de Apulo; lo mismo que en el Oeste, en una distancia de 2 ó 3 millas del Oeste de Asino. En cuanto al giro que dieron los horcones de madera de la casa de Salvador Payes y de la Iglesia de Ilopango encuentro solo una esplicacion plausible.

Si la casa fué levantada por un sacudimiento repentino de trepidacion y si el suelo volvió á caer un poco antes que la casa dejando los horcones por un instante sueltos tanto de arriba como de abajo, y si durante este instante el suelo recibió una torcedura violenta en direccion del Oeste hácia el Norte; si entonces el techo volvió á caer encima de los horcones y despues de esto el suelo se volvió rápidamente á su posicion original, es evidente que la tendencia seria de hacer girar á los horcones en una direccion en que realmente han quedado. Ahora si toda esta série de movimientos se repitieron prontamente, 15 ó 20 veces una tras otra, y cada horcon giró un poco en cada temblor, el resultado final fué que todos giraron mas ó menos en la misma direccion, naturalmente los que estaban mas firmes en su puesto menos que los demas.

Hay mucha razon para creer que esto es exactamente lo que sucedió en Ilopango.

El orígen de ese temblor fué con toda probabilidad una reventazon repentina de las rocas, causada por enorme presion, en una línea de 2 á 3 millas de largo, en una direccion Nor-Este y Sur Oeste pasando muy cerca de Asino, pero probablemente un poco al Norte y estendiéndose tal vez una milla á cada lado de allí.

El sitio de la reventazon estaba probablemente en una profundidad de no menos de cinco á seis millas debajo de la superficie de la tierra; porque el primer impulso de la ondulacion directa salida por el suelo de Ilopango fué con una inclinacion muy pequeña hácia el horizonte del Sur, produciendo un gran número de movimientos verticales.

La primera fase de la ondulacion directa fué la que causó la caida de mu-

chas paredes y objetos sueltos hácia el Sur, y siendo la fase opuesta de la misma ondulacion la que botó unas pocas paredes al Norte; pero mucho antes que las oscilaciones de esta ondulacion habian cesado, la reaccion reflejada del mismo temblor, viniendo de la base del lado Sur-Oeste de los cerros de San Jacinto tambien llegó á Ilopango, y entonces la intervencion de las dos ondulaciones produjeron complicados movimientos de torceduras y giraciones que caracterizan la última parte del temblor.

En Ilopango, el terremoto del 31 de Diciembre, aunque fuerte, no tuvo comparacion en intensidad con el del 27. En San Martin los dos fueron igualmente fuertes, pero ninguno de ellos hizo mucho daño. Las paredes del cabildo que son de adobes sólidos y como de 2 ½ piés de espesor, se rajaron un poco, pero eso fué todo.

Entre San Martin y Cojutepeque, la finca de "Buena Vista," perteneciente á Gertrudis Osorio, está situada en una cuesta de forma angosta semejante á un galápago, del cual salen cañadas en direcciones opuestas, dirigiéndose una al Sur-Oeste al desembarcadero de Jucuapa, en la estremidad Nor-Este de la Laguna de Ilopango y el otro en direccion Nor Este á algun rio que desemboca en el Lempa. Así situada y en un suelo no muy sólido, sufrió considerablemente con el terremoto del 31 de Diciembre, el cual fué ahí mucho mas fuerte que el del 27. Exi te allí una tapia de adobes de [illegible] ½ piés de grueso por 6 ú 8 piés de alt , ese cercado es un rectángulo como de 75 piés de largo, en direccion Sur 57° Este magnético y tal vez 40 piés de ancho: una parte de dicha tapia fué botada hácia al Nor-Este, es decir, adentro del cercado. La tapia del Nor-Este no cayó, pero se movió sobre su base unas 3 ó 4 pulgadas hácia el Nor-Este y se rajó en ambos estremos, teniendo la abertura mayor una depresion de ángulo con el horizonte como de 40° hácia abajo en direccion Nor-Este. En la esquina Este hay una gran rajadura en la tapia del Nor-Este que tiene una depresion angular de 65° con el horizonte hácia el Sur-Este, y rajaduras secundarias cuya depresion horizontal es de 40° al Nor-Este. En la esquina del Sur, la tapia del Sur-Este tiene una rajadura que corre de arriba como 45° para abajo á la tapia del Sur-Oeste y de allí una mas pequeña, corriendo como 40° hácia al Nor-Este y al suelo. En el lado Nor-Oeste de la puerta de calle hay una rajadura en la tapia, corriendo de arriba 5 ó 6 piés para abajo, como 45° hácia el Nor-Oeste y de allí como 45° Sur-Este al suelo. En una casa inmediata cuyas paredes estan sostenidas en la parte interior por horcones, siendo su base de adobes como de 5 á 6 piés de altura: las paredes Nor-Este de esta casa cayeron para afuera y las demas quedaron paradas. En la esquina Oeste de dicha casa, la pared del Nor-Oeste, tiene una rajadura, corriendo de arriba para abajo como 40° hácia al Nor-Oeste.

Segun la opinion del hombre encargado de la referida casa el temblor vino del Sur-Este.

En Cojutepeque el temblor del 31 de Diciembre fué el mas fuerte de toda la serie, pero no lo bastante para causar daño alguno, fuera de botar un poco de repello aunque muchas casas son viejas y generalmente de paredes de adobes.

El 9 de Enero nos fuimos de Cojutepeque para Candelaria, San Antonio y Atuscatlan, y del último lugar hicimos un viaje hasta cerca del centro de la Laguna. En el Camino de Cojutepeque á Candelaria no notamos ningun efecto visible de temblores hasta que llegamos á los barrancos del llano del Carrizal, donde, como los bordes son inclinados y el terreno delesnable, ha habido en todas partes derrumbes mas ò menos considerables.

El pueblo de Candelaria sufrió bastante con el temblor del 31 de Diciembre; pero no tanto como Ilopango, en el del 27. Dos tapias de un cercado de 6 á 7 piés de altura, en direccion Norte 17° Oeste magnético estaban completamente derribadas hácia el Oeste, mientras q ue las dos tapias del mismo cercado que forman un ángulo recto con ellas quedaron intactas. Como á un cuarto de milla de ese lugar hácia el Sur está la casa y patio de Don Manuel Diaz, donde hay

un cercado como de 200 piés de largo, en direccion Norte 19° Este, por 80 de ancho. Al lado Sur-Este de dicho cercado se hallaba situado un edificio largo y angosto, construido de adobes y de un ancho como de diez piés, haciendo frente á la calle: las otras tres tapias eran de adobes de 6 á 7 piés de alto por 18 pulgadas de espesor. Las tapias del frente y de atras (que estuvieron en direccion S. 71° Este magnético) fueron derribadas hácia el Nor-Este y casi la mitad del lado Nor-Oeste cayó al Sur-Este. En la esquina Sur-Este una pequeña parte de la tapia del Nor-Oeste quedó parada, y el sesgo en que fué quebrada al Sur-Oeste describe un ángulo como de 66° á 67°: esta esquina cayó hácia afuera.

En un punto como á 10 piés Sur-Oeste del lado Nor-Este del edificio que constituye el frente del cercado hay una prolongada rajadura que, comenzando en el suelo corre para arriba en direccion Sur-Oeste describiendo una diagonal próximamente de 32° hácia las paredes opuestas del edificio.

El camino de Candelaria á Atuscatla, trazado á las faldas de crestas de lomas angostas é inclinadas ó sobre cimas escarpadas ha sido horriblemente destrozado por derrumbes y rajaduras á consecuencia de los temblores. En varios puntos de esta vecindad y á distancia de algunas millas al Este los derrumbos han sido tremendos.

Esta region se halla en gran parte cortada por cañadas y cerros desde 200 hasta 600 ó 700 piés de altura que la circundan por todos lados; algunos de ellos de una pendiente vertijinosa, siendo esas prominencias verticales de una elevacion considerable y formadas de arena volcánica apenas sólida para permanecer en la forma indicada, mientras no temblase; pero esas moles terrestres estaban muy léjos de tener la solidez necesaria para soportar la intensidad de esos movimientos de tierra que nos ocupa. El resultado consiguiente fué que el sacudimiento derribó esas pirámides caprichosas en masas enormes, muchas de las cuales podrian pesar miles de toneladas, lanzando al descender inmensas columnas de polvo y causando un estruendo conjuntivo con los retumbos del temblor, de manera que la jente de la vecindad, asustada, creyó por un momento encontrarse en un nuevo volcan temiendo una gran catástrofe de un carácter hasta ahora desconocido.

En varios puntos hubo pedazos de tierra de dos ó tres acres ó mas de una manzana que resbalaron enteramente cerro abajo, recorriendo una distancia considerable y arrastrando á su paso las plantaciones de maiz y lo que en su sendero estaba sembrado.

No quiero detenerme aquí para describir lo que vimos este dia en la Laguna, porque mas adelante volveré á ocuparme de ello.

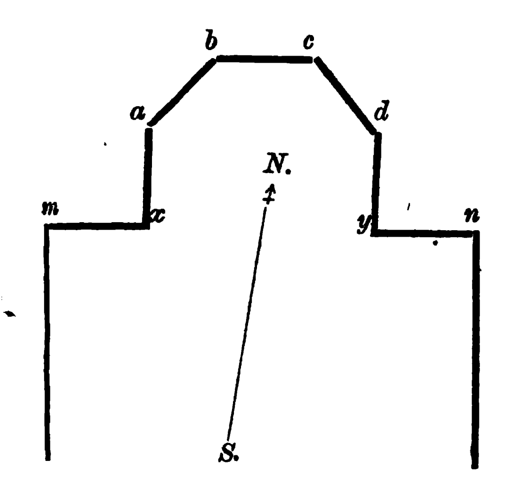
Al dia siguiente nos fuimos, via Atuscatla, para Analco que en el mapa está denominado Analquito. El camino está muy quebrado y en las crestas angostas hubo derrumbes de consideracion á causa del temblor; pero no tanto como aquellos de la vecindad de San Antonio, porque el suelo es mas firme y no se compone esclusivamente de arena y ceniza volcánicas, por el contrario en muchos puntos se ven aglomeraciones de grandes piedras que dan al terreno mayor solidez que á otros.

La iglesia de Concepcion de Analco tiene como 100 piés de largo en direccion Norte 12° Oeste magnético por 40 piés próximamente de anchura: las paredes son de adobes y horcones, y ambas paredes laterales estan paradas.

La pared del lado Sur ha caido como en dos terceras partes, de cuyas partes las dos terceras cayeron hácia adentro y una tercera hácia afuera del edificio.

El impulso del temblor, fué, evidentemente, como para derribar el todo para adentro ó hácia el Norte, pero los horcones, partiendo las parèdes, botaron una parte para afuera.

El lado Norte del edificio tenia una configuracion como el diseño siguiente:



La parte de las paredes *x a b c y* fué de adobes de 1½ varas de grueso por 6 de alto. La parte *y n* cayó hácia el Norte; de *y* hácia el Norte, como una tercera parte de *y d* está aun parada. El resto de ella fué volada hácia el Este: *d c* fué botada hácia el Nordeste; *b c* hácia el Norte. Parte de *a b* fué derribada hácia el Nor-Oeste. *a x* no fué botada, pero se desmoronó tanto hácia el Este como al Oeste. La base de la esquina *a* fué movida algunos piés hácia el Nor-Oeste y luego cayó hecha añicos: *y* está ahora con la parte superior inclinada hácia el Sur-Oeste, apoyada contra la misma base que quedó parada.

Mas ó menos, como á un cuarto de milla, y en dirección Sur-Este del pueblo de Analco, y probablemente 200 piés mas abajo, del lado del cerro, el rio de la Hacienda (una quebrada que suple todo el pueblo con agua fresca) sale de un túnel natural, de la arena volcánica, parcialmente consolidada. Este túnel se estiende á una larga distancia dentro del cerro y un hombre que lo ha esplorado con luz, cree haber llegado á lo menos, hasta el centro del pueblo de Analco. Estas arenas son ralas, pero sembradas con irregularidad, como si fuese obra de corrientes de agua suaves pero variables. Cuando nosotros vimos el rio, llevaba su volúmen ordinario de agua; pero se me informó que, durante 24 horas despues del fuerte temblor del 31 de Diciembre, dejó de correr del todo. Una pared de adobe como de 3′ de alto por 18 pulgadas de espesor, en direccion N. 35° E. magnético, bajo el frente de la portada de una casa en Analco, cayó muy cuadrada y limpia, hácia el Nor-Oeste, girando como un eje sobre su punta mas baja. Algunos fragmentos de los adobes de la parte superior de esta pared fueron lanzados á lo sumo 8 ó 10 piés distante de su base. Como á 100 yardas distante de allí, se halla enteramente ilesa otra tapia de exactas dimensiones é igual forma y construccion, cubierta con tejas de barro, pero con direccion casi N. 65° W. magnét. (y en rectángulo con la primera.) Como á distancia de ¼ milla inglesa, en direccion N. 69° Este magnético de la Iglesia de "Concepcion" y probablemente algunos 300 piés mas abajo, estaba la Iglesia de "La Exaltacion de la Cruz." Esta Iglesia estaba situada en un lugarcito llano, pegado al borde del mismo cerro empinado, que tiene de aquí lo menos 500 á 600′ verticalmente hasta la orilla Sur del rio, que forma el desagüe del Lago de Ilopango.

El edificio tendría de largo, mas ó menos 50′ en una direccion N. 80° W. mag., y 30′ de ancho. Sus paredes eran de sólido adobe. Es la peor ruina de temblor que yo he visto en mi vida. La ruina ha sido tan completa, que, á primera vista es del todo imposible poder decir de qué direccion vino el movimiento mas fuerte. Pero colocándome encima de las ruinas descubrí que el púlpito (que por fortuna para mí, no habia sido removido) habia sido tumbado de tal manera que, sin haber sido arrancado de su base, se hallaba recostado en direccion N. 15° W. magnét.

Despues de mas detenido estudio de las ruinas, me convencí que, la mayor parte del peso de las paredes habia sido arrojado en direccion Norte, un poco hácia el Oeste, mas que en cualesquiera otra. Por eso supongo N. 15° W. magnét. como la direccion de donde vino el impulso mas fuerte del temblor que causó la ruina de esta Iglesia. Al lado Este de una línea que corre hácia el Norte magnét. de la Iglesia "La Exaltacion de la Cruz," muy pocos derrumbos son visibles, y aquellos que se ven son insigni-

ficantes, pero al Oeste de esta línea son numerosos y fuertes en cada cañada. Antes de salir de la vecindad de Analco bajamos á la cañada denominada "El Chupadero," con el propósito de ver un depósito mineral que se suponía (probablemente sin fundamento alguno) ser de salitre. Nosotros no vimos el depósito, porque hallamos todo el lugar enterrado, bajo los derrumbos de los cerros. En todo el trayecto de esta cañada, hasta donde lo seguimos, el terreno es muy flojo y los derrumbos habian sido muy fuertes. El 12 de Enero salimos de Analco para San Miguel Tepesontes: este último lugar no está á orillas del Lago, como está demarcado en el mapa, pero dista 2 ó 3 millas de éste, y supongo 1000′ sobre el nivel de éste, en medio de los cerros, al Sur del Lago. Un lugarcito llamado "La Pita" como de una á dos millas distante de Analco, ha sufrido, pero no mucho, á consecuencia de los temblores. Dos paredes bajas de adobe, que formaban parte de una casa fueron derribadas en direccion Norte y Oeste. Poco despues de llegar á San Miguel Tepesontes, un hombre que llegaba directamente de Atuscatla, trajo la noticia que, el rio que forma el desagüe del Lago habia aumentado enormemente, tanto en fuerza (corriente) como en volúmen y que estaba llevándose las casas de Atuscatla. Al principio no creí el cuento, pero aquel insistia tan decididamente, que yo resolví por fin ir á verlo personalmente. Partimos pues inmediatamente, en el Lago, tomamos canoas y fuimos á Atuscatla, y encontramos que el hombre tenia mucha razon. Despues regresamos á San Miguel Tepesontes, llegando como á las 9 p. m. El 13 de Enero lo empleamos en examinar las casas é Iglesias de San Miguel Tepesontes y San Juan Tepesontes y viajando para Santiago Texacuango. En una casa de San Miguel Tepesontes, una pared de adobe de 3 piés de altura con direccion Nor-Oeste y Sur Este cayó para afuera hácia Sur-Oeste. La pared hácia el Sur-Este de la misma casa, giró su parte Sur-Oeste cerca de 1 ½ piés hácia el Sur-Este y saltó un pié ó mas de su base, pero sin embargo la pared quedó parada. En otra casa de bahareque la pared del Sur que estaba en direccion N. 80° W. mag. cayó al Sur. En otra la pared de adobe, del Norte, que estaba casi en direccion Este y Oeste y que tendria mas ó menos 4 piés de alto, cayó hácia afuera y al Norte. La Iglesia aquí, tan solo estaba algo rajada. En San Juan Tepesontes, la Iglesia tiene mas ó menos 80 piés de alto con direccion S. 74° E. mag. y como 40 piés de ancho. Las paredes son de adobe sólido, de 15 piés de alto por 5 de espesor. El techo ha caido en el centro del edificio. De la pared Sur-Este está caida la mitad y hácia afuera la mayor parte; las del costado estan ambas paradas, aunque bastante deterioradas y la que está al Nor-Oeste está sostenida del lado de afuera por contrafuertes de ladrillos de unos 6 á 8 piés de altura. Los bastiones son nuevos, y apenas hace 6 años de haber sido construidos. De la pared hácia el Nor-Oeste se ha caido una parte del centro de la parte superior hácia afuera, llevándose muchas tejas, tambien se desmoronó una parte de arriba de la pared de la esquina Oeste. El cuerpo de la Iglesia es muy viejo, su edad asciende tal vez á 200 años y está situada en una colina plana probablemente 25 á 30 piés de alto. Las casas de San Juan Tepesontes no han sufrido mucho. Se dice que San Antonio Masahuat y San Pedro Masahuat no han sufrido nada con los temblores. Hoy estaba la parte baja del rio Jiboa, que desde los cerros alcanzamos á ver bien con nuestros anteojos, enormemente crecido inundando un ancho trecho de tierra y sus aguas muy enlodadas. Tanto el calabozo como el cabildo de San Juan Tepesontes estaban muy demolidos. Se dice que en ese lugar los objetos que se hallaban en las mesas cayeron hácia el Sur. Santiago Texacuango no ha sufrido con los temblores, se sintieron los del 27 y del 31 de Diciembre con igual intensidad, pero ninguno de los dos fué muy fuerte.

En Santo Tomás los temblores tampoco han hecho daño, el del 27 fué sin duda el mas fuerte allí, pero aquel del 31 fué acompañado de fuertes retumbos.

Aquí debo mencionar que en Ilopango,

San Martin y otros lugares al rededor de la Laguna los retumbos del temblor del 31 de Diciembre estan descritos como espantosos.

Se dice que en Santo Tomás la direccion de las vibraciones del sacudimiento del 27, lo mismo que las de la mayor parte de los demas, fué de Este á Oeste, pero que algunos de ellos fueron de trepidacion. El movimiento del temblor del 31 fué largo y suave. En Santo Tomás una Imágen de la Vírgen, como de 18 pulgadas de alto, parada encima de una caja, con la cara hácia el Oeste, fué botada por el temblor del 27 sobre su cara hácia el Oeste, quebrándose ambas manos.

En San Marcos los temblores no han hecho daño absolutamente. Las direcciones de las vibraciones, han sido aquí, segun se dice, uniformemente de Este á Oeste; y es una cosa digna de mencionarse y algo curiosa que el temblor del 31 de Diciembre, segun el Alcalde, fué indudablemente mas fuerte que el del 27.

Parece que la línea de igual intensidad entre los dos temblores mas fuertes de la serie corre de San Martin en direccion Sur-Oeste, pasando una ó dos millas al Este de Apulo, y cruza de allí directamente la Laguna de Ilopongo para Santiago Texacuango. Al lado Oeste de esta línea en distancia hasta San Salvador el temblor del 27 de Diciembre fué el mas fuerte, pero en todas partes al Este de ella lo fué el del 31.

Es probable que en sus respectivas áreas de fuerza destructiva, no hubo mucha diferencia en intensidad ó fuerza de movimiento entre los temblores del 27 y 31 de Diciembre. Si miramos únicamente los efectos producidos en las casas, deberíamos juzgar que el del 27 fué un poco mas fuerte en Ilopango que aquel del 31 en Candelaria, San Antonio y Analco. Peró si miramos solamente á la magnitud de los derrumbos y los efectos producidos en el suelo, juzgaríamos, á primera vista, que el del 31 fué considerablemente mas fuerte al rededor de la extremidad Este del Lago que aquel del 27 al rededor del remate Oeste. Pero el número mas grande y la magnitud mayor de los derrumbos producidos por el temblor del 31 de Diciembre, en realidad es en gran parte debido al suelo mas flojo y mucho mas cortado en lomas angostas y cañadas hondas con cerros precipitados que la comarca de la esquina Oeste del Lago. Aunque probablemente muy poco mas grave en la intensidad de su accion, en donde, aunque mas fuerte sobre la superficie de la tierra, hay sinembargo razon para suponer, que el temblor del 31 de Diciembre fué mas grande que el del 27, y aunque su área de efecto destructor parece tambien haber sido poco, y tal vez menos extenso que el del 27 de Diciembre, Fué sentido como temblor severo, pero no destructor en una área de tierra mucho mas estensa. Se ha anunciado como el temblor mas fuerte de todos, en los siguientes lugares adicionados fuera de su área de efecto destructor.

Chinameca—donde fué muy suave.
Jocoro—
Chinameca—pareciendo ser el movimiento de O. á E.
Jucuapa— „ ser el „ de O. á E.
Usulutan— „ ser el „ de O. á E.
San Vicente— „ ser el „ de O. á E.
Cojutepeque— „ ser el „ de S-E. á N-O.
Quezaltepeque—
Coatepeque—

Es muy probable que, aunque bastante suaves en muchos lugares al rededor de los límites exteriores de la Republica, para que no hubieran sido sentidos, el temblor de las 7 34 p. m. de Diciembre 31 de 1879 seguramente, comunicó á cada pié cuadrado mas ó menos de terreno de la República del Salvador, un choque, (ó sonido desapacible y repetido.) El hecho notable, debe haber sido sentido mas fuerte en San Márcos, Quezaltepeque y Coatepeque en la parte Occidental de la República que el temblor del 27, comparándolo con la mayor área de terreno sacudido por éste, demuestra claramente que la localidad de su orígen estaba situada en mayor profundidad en la tierra que el del 27, y que la convulsion en su orígen era excesivamente mas potente. Los datos que he podido recoger, y que dejo espuestos en las páginas anteriores, con respecto á los efectos destructores de este temblor, no son suficientes para poder demarcar la localidad de su orígen, definitivamente, como

es posible, hacerlo con el temblor del 27, por las siguientes razones. Las ondas de los temblores son suceptibles de modificaciones constantes, algunas de las que, á consecuencia de la reflexion, no pueden ser trazadas sino con mucha dificultad, en razon de que caminan con mas rapidez en cierta clase de terrenos que en otros; y si la tierra que conmueven y por donde andan varía grandemente su carácter, entonces algunas porciones de las mismas ondas, caminan con mas velocidad que otras, y en consecuencia, en lugar de retener su original forma esférica se encorvan con irregularidad, y cuando finalmente salen del suelo, se verifican en distintas direcciones y en ciertas localidades, que varían de diferente manera; y así producen efectos que son confusos y perplejos, y que algunas veces parecen contradictorios. Las ondas son tambien mas ó menos cambiadas y modificadas en su direccion, aun por la forma y tamaño de los cerros y lomas de cuyo suelo salen. Todas estas circunstancias se unieron en alguna estension en la comarca quebrada, al Este de la Laguna, donde el temblor del 31 de Diciembre fué mas fuerte y causó mayor confusion por sus efectos. Es por lo tanto imposible decir con exactitud donde tuvo orígen este sacudimiento. Creo, sin embargo, que puedo afirmar, por lo visto, que se originó en alguna parte de la region Este del pueblo de Candelaria y á pocas millas de esa, y á una profundidad que es imposible fijar con precision; pero que, á juzgar por la estension y fuerza del choque, comparado con el del 27, creo posible que haya sido como de 15 á 20 millas inglesas debajo de la superficie. Por consiguiente he podido, por medio de minuciosas observaciones y datos, determinar aproximadamente, la localidad del orígen de los dos temblores mas fuertes de la última série.

Ya no hay medios de averiguar el orígen de los otros. Pero nuestras observaciones en Ilopango y Asino, en combinacion con los escasos informes telegráficos del resto de la República, son suficientes para probar dos cosas:

Primera, que las localidades de orígen eran casi tan numerosas como los temblores mismos, y que fueron esparcidos mas allá de las dos terceras partes de todo el largo de la República de Este á Oeste, pero nunca á una distancia grande de la línea que ya he denominado el eje volcánico del pais, y que puede llamarse con no menos propiedad su eje de temblores; y segunda que sin embargo de haber sido tan estensamente esparcido, y que casi todo el largo del Salvador estaba mas ó menos inquieto, la gran mayoría de los temblores ocurrieron y se originaron dentro de los límites de menos de 10 millas del centro de la Laguna de Ilopango, mientras que, los dos choques mas fuertes de toda la série, tuvieron su orígen junto al Lago y fueron mas fuertes cerca de su orilla, dejando así probado, que el centro principal de todo el movimiento se hallaba en alguna parte de esa veciadad. No se si es comun en el Salvador, que la tierra tiemble con tanta frecuencia, durante un periodo de disturbio, como sucedió durante la serie de los recientes choques. Antes de mi llegada à esta Repùblica, habia visto poco de temblores, y en todo lo que he leido, no recuerdo haber visto en ninguna parte una relacion de tan numerosas y fuertes series de temblores, en tan corto tiempo. Ya he llamado la atencion al hecho de que entre las 6 30 p. m. del 24 de Diciembre y las 2 50 p. m. de Diciembre 30, contamos 372 temblores distintos. Y dentro de este período hubo 3 intervalos separados, agregando 14 ½ horas durante las cuales no se hicieron ninguna observacion, ó al menos no se guardó recuerdo alguno. Por consiguiente, calculo que durante los 6 dias, desde la tarde de Diciembre 24 á la tarde de Diciembre 30, hubo mas de 400 temblores. Pero antes de comenzar nuestras observaciones en la tarde del 24 de Diciembre, el disturbio habia estado en pleno progreso, por lo menos durante tres dias y sus noches, y fuí informado por personas idóneas, que durante estos tres dias y noches, los temblores en San Salvador eran tan frecuentes, como lo fueron durante los 6 dias y noches siguientes. Creo por tanto poder decir, que, durante los últimos 10 dias de 1879, ocurrieron en la República del

Salvador mas de 600 temblores, distintos. Pues no hablamos ahora de esos que solo pueden ser apercibidos por medio de instrumentos delicados, sino de todos aquellos que eran muy distintamente perceptibles, por el sentido comun, sin hacer uso de instrumento alguno.

Ahora procedo á hablar de algunas de las peculiaridades de la curiosa Laguna de Ilopango y sus extrañas escenas durante y despues de la reciente série de temblores.

Ya he descrito la situacion de la Laguna en una grande hondonada entre los cerros, con su área como de 40 millas cuadradas y su hondura desconocida, y que se supone muy grande.

La Laguna es mirada por mucha gente que vive á su rededor con un respeto supersticioso, y hay muchos cuentos respecto de ella que no valen la pena de repetir aquí. Los hechos que he podido averiguar son los siguientes:

En primer lugar, el Lago ahora y siempre ha estado sujeto á un cierto fenómeno que la gente generalmente llama el "azufrar de sus aguas;" está lleno de peces pequeños y la pezca es el patrimonio de mucha gente que vive en sus alrededores. Cuando las aguas estan "azufradas" se hallan propensas á tomar un color verde y con seguridad exhalan un olor desagradable; al mismo tiempo los peces buscan la superficie, principalmente en las bahiitas de la costa, donde escapan con mas eficacia de los efectos mortíferos del "azufrar."

Cuando este "azufrado" se hace un poco mas intenso que de costumbre, es cosa comun, que los peces, á pesar de su esfuerzo por escaparse, mueran en número considerable en la playa. Mucha gente, y aun personas inteligentes de este pais creen que el viento tiene algo que ver con el "asufrar" de esta Laguna y que cuando sopla el norte (aunque por lo que yo hasta ahora he podido comprender, un norte quiere decir en este pais un viento de cualquiera parte, con tal que sea fuerte) la Laguna es propensa á "azufrar" mas que en cualquier otro tiempo.

Pero la Laguna pasó por muchas fases de su "azufrar" en la mañana del 27 de Diciembre de 1879, cuando pasé en un bote pequeño de Atuscatla á Asino, y entonces me satisfice de que el viento no tiene absolutamente nada que ver con el fenómeno. Tambien me convencí bien que todo el fenómeno fué debido á abundantes respiraderos en el fondo de la Laguna, los que, si descargaron agua ó no, descargaron ciertamente grandes cantidades de alguna clase de gas que pronto se disolvió en el agua y despues se escapó al aire produciendo un olor peculiarmente nauseabundo, que fué distinto en caracter de cualquiera otra cosa que yo jamas habia olido y que esa vez dejé de reconocer. Fuera del hecho de que el "azufrar" de sus aguas fué un poco mas frecuente é intenso que de costumbre, no hubo ningun cambio visible en la Laguna hasta despues del choque del 27 de Diciembre que nos obligó á ir á Ilopango. Aun el 30 de Diciembre, cuando el capitan Spilsbury y yo visitamos otra vez Asino, antes de venir á San Salvador no pudimos estar seguros que hubiera habido algun cambio en la Laguna. Es realmente verdad que cuando miré á lo largo la playa recibí la impresion de que el agua parecia estar algunas pulgadas mas baja que anteriormente. Pero como no habia esperado un cambio considerable en el nivel del agua de un Lago de tanta magnitud, no habia puesto con anticipacion una marca para observar y medir sus movimientos, y por eso puedo haberme equivocado fácilmente en mi impresion; y aunque esa impresion haya sido exacta, no es imposible que la apariencia pueda haber sido motivada por un pequeño deslizamiento de toda la masa de la playa floja, que habia sido tan fuertemente sacudida por el temblor del 27 de Diciembre, y no por algun verdadero cambio del nivel del agua de la Laguna. Hay en efecto toda razon para creer que la Laguna no cambió su nivel en una magnitud perceptible hasta que el choque grande de las 7 34 p. m. hizo su obra.

Tampoco he podido averiguar hasta ahora la fecha exacta en que el agua comenzó á subir.

Pero cuando volvimos á visitar Asino, el 6 de Enero de 1880, quedó fuera de duda que el agua estaba en la playa por lo

menos 2 ó 3 piés mas alta que antes; entonces puse una marca para observar el cambio que hubiera durante la noche, y en la mañana del 7 encontré que habia subido casi tres pulgadas mas. Todavía creía yo que esto podia ser debido á un hundimiento local del suelo; porque dilaté en creer que toda la superficie de un lago de un área tan grande, hubiera subido tanto en tiempo tan corto, sin alguna causa posible á no ser la de movimientos subterráneos, pues no habia caido lluvia suficiente para afectarla en lo mas mínimo.

Sin embargo antes de salir de Ilopango, el dia 7, para continuar mi viaje á los alrededores de la Laguna ví al señor Pacheco y le supliqué que pusiera un poste con medidas en el agua, encargándole que observara los cambios que hubiera, lo que me ofreció hacer. El resultado es el siguiente apunte llevado en Asino por Hannibal:

de 7. 00. a. m. Enero 7 hasta 4. 00. p. m. Enero 7 el agua creció 3 pulgadas.
" 4 " p. m. " " " " " " " " 8 " " " " "
" " " " " 8 " " " " " 9 " " " " "
" " " " " 9 " " " " " 10 " " " " "
" " " " " 10 " " " " " 11 " " " " "

Despues de las 4. 00. p. m. de Enero 11 pareció que no crecia mas, y como á las 10. 00. a. m. de Enero 12 comenzó á bajar perceptiblemente.

La primera vez que visitamos la orilla de la Laguna despues de nuestra salida el 7 de Enero, fué el 9 del mismo mes, cuando fuimos de Cojutepeque para Atuscatla. En compañía del gobernador de Cuscatlan hicimos tambien un viaje hasta casi el centro del lago en canoas. Al llegar á Atuscatla nos convencimos evidentemente que la apariencia en Asino fué en realidad debida á un crecimiento en toda la masa del agua del lago, y no á un disturbio local de la playa de Asino; porque aqui en la extremidad opuesta y á lo menos 10 millas distante de Asino, el desagüe que yo en la mañana del 27 de Diciembre habia conocido solo como un riachuelo, era ahora un rio grande y caudaloso, habiendo crecido por lo menos tres ó cuatro piés, con un ensanche de anchura correspondiente y con corriente mas rápida y llevando una cantidad de agua mucho mas considerable que la que lleva el rio Lempa.

En este viaje hecho en la Laguna averigüé sin que haya duda que el agua contiene una gran cantidad de hidrógeno sulfurado (H S), porque mojando con ella plata limpia y reluciente la puso negra en el acto. Sin embargo su olor nauseabundo es muy distinto del hydrógeno sulfurado puro y no seasemeja con distincion á cosa alguna que yo conozca.

Probablemente contiene tambien algo de Ácido sulfuroso ($S O_2$).

El 9 de Enero no encontramos *ningun hervor de agua que subiera á la superficie*; pero encontramos pruebas amplias de que la cantidad de accion sulfúrica que habia tenido lugar en el fondo del Lago habia sido muy grande; porque fuera del hecho que el "azufrar" del agua fué muy intenso, hallamos cerca del centro de la Laguna grandes pedazos de espuma negra, cuyas burbujas subieron en su mayor parte entre la quincuagésima hasta la décima parte de una pulgada de diámetro, aunque algunas de ellas tenia un diámetro de una pulgada ó mas. Esta espuma tomándola en la mano y restregándola

entre los dedos *producía un polvo* finísimo y negro como azabache, el cual secado al sol y luego encendido quemaba con repentino chasquido. Este polvo era sulfuro de hierro. El *modus operandi* de la formacion de la espuma fué como sigue: el Hidrógeno sulfurado, como salía en grandes cantidades del terreno debajo del Lago, mezclóse, con toda probabilidad, con vastas columnas de vapor, y tambien con pequeñas cantidades de dos ó tres gases mas, inmediatamente perdía el vapor que le asociaba, por rápida condensacion por las frías aguas del Lago, y al mismo tiempo era dividido comparativamente en pequeñas burbujas, que despues de haberse disipado, se componía principalmente de gas hydrógeno sulfurado, concentrado. Estas burbujas, al levantarse hácia la superficie, hallaron el agua del Lago, en ciertas localidades y á cierta altura arriba de la base, inpregnada con alguna sal de hierro, soluble, probablemente el sulfato.

El necesario resultado, fué el principio instantáneo por toda la superficie de cada burbuja, de la presipitacion, del agua, de sólido sulfuro de hierro en un estado fino de subdivisiones químicas.

Las precipitadas partículas de sulfuro, habiéndose enredado con la superficie de la burbuja, fueron llevadas hácia arriba con ella y continuaban acumulándose mientras subia la burbuja, hasta que por fin formaron películas á su alrededor, de suficiente fuerza, no tan solo para acompañarla á la superficie del agua, sino para quedarse despues nadando y espuesta al aire, por considerable tiempo antes que reventase. El área en la cual habia tenido lugar esta gran descarga de hydrógeno sulfurado era evidentemente grande, pues la espuma negra estaba regada á grande distancia, y su cantidad era mucha. Pero fuera de los hechos precedentes, no vimos señas del cercano nacimiento de un nuevo volcan. Esa tarde regresamos á Cojutepeque y al siguiente dia cruzamos en direccion á Analco. Como el Rio que forma el desagüe de la Laguna estaba el 10 de Enero demasiado grande, para permitir que se cruzara en el paso acostumbrado en el camino directo, de Cojutepeque á Analco, fuimos obligados á regresar á Atuscatla, y hacer un circuito suficiente grande para evitar la fuerza de la corriente: atravesar nosotros con nuestras sillas en canoa y pasar á nado nuestras mulas. En el lugar donde cruzamos el rio, como á la una p. m., el 10 de Enero no parecia haber combinado mucho, desde que lo vimos por última vez en la tarde anterior. No visitamos despues, las orillas del Lago, hasta que fuimos de San Miguel Tepesontes á Atuscatla en la tarde de Enero 12. Eran como las 6 p. m. cuando llegamos allí y hallamos que, como á las 8 a. m. del dia 12 de Enero, el rio habia principiado á cortar su propio canal, mas hondo y mas ancho, en las blandas materias que forman su cama.

Cualquiera que esté familiarizado con la accion mecánica de agua corriente, sabe con que enorme aumento de rapidez, continùa esta accion una vez que haya comenzado, y especialmente en casos como este, en donde el cuerpo del agua detràs es tan grande y extenso, que aun una grandísima corriente solo puede bajar á su superficie muy despacio. Por consecuencia, hallamos el rio en este tiempo en una condicion terrible. Nada de lo que habíamos visto antes, podia tener comparacion alguna con ello. Ya se habia llevado casi la mitad de la orilla en Atuscatla, y estaba rápidamente cortando el resto, de donde masas de muchas toneladas caían á cada momento enlodando el rio. Cüatro casas habian sido ya arrastradas, las demás seguian en ligera sucesion, y las pobres mujeres, estaban llorando, y retorciéndose las manos, en vista de su inevitable pérdida, pues lo que no habian dañado los temblores ahora lo arrebataba el rio. No trataré aquí, de estimar la cantidad de agua por segundo, que salia del Lago, pues escasas como son las observaciones que he podido recoger, respecto de la alza y baja de su superficie, ellas dan sin embargo una base mejor para una estimacion de esta naturaleza, que cualesquiera idea que pudiéramos formarnos de la capacidad de tan horroroso rio.

Nosotros, tan solo permanecimos el tiempo necesario para cerciorarnos de

los principales hechos, y entonces regresamos á San Miguel Tepesontes, llegando á esa como á las 9 P. M. Cuando dejamos el desembarcadero de San Miguel Tepesontes á las 4 30 p. m., coloqué un paló en el agua, para medir su baja durante nuestra ida. A nuestro regreso á las 7 30 p. m. (i. e. en tres horas) el agua habia bajado diez pulgadas inglesas. El siguiente informe definitivo que poseo, con respecto á los movimientos del agua en el Lago está datado Enero 16 de 1880, cuando el capitan Spilsbury visitó otra vez Asino, y en adicion al memerandum que habia sido hecho por Hanibal, obtuve las siguientes observaciones. Lo que ha bajado el Lago, del punto mas alto á que llegó á subir el 11 de Enero es de 14 piés 10 pulgadas, medida inglesa. Antes de que principiaran los temblores ha bajado de su nivel original 10 piés 8 pulgadas inglesas. Todavía está bajando, y durante tres horas en el p. m. de Enero 16, bajó ½ pulgada. El siguiente y último dato de valor que tengo sobre este punto, es uno del General A. Mora, que, el 20 de Enero de 1880 midió lo que habia bajado el Lago de su nivel de verano y halló que era de 8 métros.

Voy ahora hacer un cómputo, tomando la área superficial del Lago que, de acuerdo con el mapa de Sonnenstern, debe ser de 40 millas cuadradradas inglesas, ó 103. 6 kilómetros. Parece, de las observaciones antedichas, que del 31 de Diciembre de 1879 al 10 de Enero de 1880, un período de 10 dias, el agua del Lago subió mas ó ménos cuatro piés ingleses, y que ademas, segun el registro, la alza aunque no uniforme de dia en dia, era aproximadamente así. Ahora, cuatro piés ingleses es mas ó ménos 1.219 métros, y esta suma de alza aumentó el estado del Lago como por 126.000,000 de métros cúbicos de agua. Esto en 10 dias es, 12.600,000 por dia; 525,000 por hora, 8,750 por minuto ó 146 por segundo. Con respecto á la gran cantidad de agua que desde la mañana del 12 de Enero de 1880 descargó el Lago, solo llamaré la atencion hácia dos ó tres puntos en el registro que lo ilustran. Segun la medida del General Mora, el 20 de Enero de 1880, combinada con la practicada el 16 por el capitan Spilsbury, parece que del 12 al 20, un intervalo de 8 dias, el Lago bajó unos 9-22 métros, que da un volúmen total de la friolera de mas de 955.000,000 de métros cúbicos ó casi un kilómetro cúbico de agua en 8 dias. Esto es igual á 119.400,000 por dia, 4.975,000 por hora, 82,916 por minuto, 1,382 por segundo.

Aun mas sorprendente es la cantidad de agua que bajó durante el corto intervalo de tres horas, desde las 4 30 p. m. á las 7 30 p. m. del 12 de Enero de 1880, á saber: 10 pulgadas inglesas. Esto corresponde á una descarga como de 8.770,000 métros cúbicos de agua por hora, 146,166 por minuto, 2,436 por segundo. Para dar algunos medios de comparacion, para que se vea lo vasto que fué esta descarga, presento aquí algunos, datos tomados de una tabla que se encuentra en la página 496. Vol 1. de una obra titulada "La Terre" publicada en Paris en 1870 por Elisée Reclus. Esta tabla designa en métros cúbicos por segundo, las mas exactas medidas, hechas hasta ahora, de la cantidad de agua descargada en el Océano por un número de los mas grandes rios del mundo, en su escala máxima, escala mínima, y escala media de sus aguas. Tomando de esta tabla la escala media, tenemos lo siguiente para algunos rios:

Ganges	—	5,099	métros	cúbicos	por	segundo.
Indus	—	5,550	,,	,,	,,	,,
Nilo	—	3,682	,,	,,	,,	,,
Pó	—	1,720	,,	,,	,,	,,
Ródano	—	2,603	,,	,,	,,	,,
Rhin	—	1,728	,,	,,	,,	,,
Sena en Paris		500	,,	,,	,,	,,

Había llegado hasta aquí, con el presente informe cuando en la mañana del 21 de Enero de 1880, varios partes llegaron al Señor Presidente de diversas oficinas del Gobierno, asegurando que un nuevo volcan habia hecho su aparicion en el Lago de Ilopango, durante la noche precedente. Rumores de nuevos volcanes habían sido frecuentes durante la série de temblores, y como generalmente sucede todo se probó ser sin fundamento. Pero esta vez el rumor pareció venir con mas autoridad y mayor probabilidad de verdad. En consecuencia, á

la súplica del Sr. Presidente, partí como á las 8 a. m. en compañía del General A. Mora, del capitan Spilsbury y otros oficiales del ejército, con el objeto de visitar la localidad, y examinar el caso. Tan pronto como llegamos á la cima de la loma, del camino que va para abajo de Asino, vimos muy cerca en el centro del Lago, un pequeño grupo de rocas negras, en donde antes no se habían visto nada, y estas rocas estaban aún tan calientes, que se levantaba vapor en gruesas columnas, de cada poro, rajaduras, ó grietas, es decir de cada pulgada cuadrada de su superficie.

Bajamos de prisa á Apulo, donde supimos lo siguiente, con respecto á su orígen. Como á las 11 p. m. de Enero 20 de 1880 fueron oidos varios traquidos fuertes y explosiones procedentes aparentemente de la parte central del Lago, é inmediatamente despues (pues era noche de luna muy clara) las personas que estaban cerca del Lago á esa hora, viendo en esa direccion notaron una densa columna de vapor levantándose del centro del Lago, y cuando apuntó la mañana las rocas mismas, fueron vistas, como las hallamos á nuestra llegada. A las 12 30 p.m. salimos de Apulo, en un bote para visitar é inspeccionar, si fuera posible, las rocas mismas. El agua del Lago no mostraba entonces ninguna diferencia perceptible en temperatura ó ningun otro cambio de su estado ordinario, hasta que llegamos á un punto de 200 á 300 métros de las rocas, donde principió à sentirse perceptiblemente caliente. Pocos momentos mas tarde apercibimos, millares de burbujas de la "espuma negra" levantándose por el agua á nuestro alrededor. Entonces el agua se enlodó ligeramente y formó colores distintos en diferentes puntos.

Tambien subió en calor rápidamente y á medida que nos acercábamos á las rocas, estaba en mas y mas conmocion activa, estando llena de remolinos y corrientes, las cuales se escapaban rápidamente en medio de las grandes masas de agua caliente, que eran lanzadas violentamente á la superficie, por irregulares è intermitentes respiraderos de debajo. Nos sostuvimos sinembargo hasta que llegamos á la roca mas cercana, y chocamos con la proa del bote contra una isla que no tenía todavía 15 horas: uno de los oficiales, se salió del bote y se paró sobre la roca por un minuto ó dos, y rompió con sus manos un pedazo de ella, que trajimos. Habia en ese tiempo cuatro ó cinco puntas sobre el agua. Era imposible calcular el nùmero exacto, debido á la densa columna de vapor que se levantaba y que constantemente las cubría. Estimé la altura de la mas alta en 8 ó 10 métros sobre el agua. El agua en inmediato contacto con las rocas, hervia con calor, mientras que á una distancia de cien métros al rededor en todas direcciones, estaba mas caliente de lo que podia soportar la mano. Habían frecuentes pero no muy fuertes retumbos; algunos de ellos, sin embargo, eran los efectos de una fuerza, suficientemente potente para hacer temblar toda la roca que se habia levantado. Mientras que por todas partes á nuestro alrededor constantemente ocurrian pequeñas explosiones que eran suficientes para hacer subir masas de agua caliente de 12 á 15 (y algunas veces 30 y 50) piés en diámetro á la superficie, con suficiente fuerza, para levantarlas un pié mas arriba del nivel ordinario; todo hervia con esa espuma negra, y silvaba con la explosion de las burbujas. La cima del nuevo volcan no era un punto muy seguro y nos apresuramos á regresar á Apulo; el olor del Hydrógeno sulfurado (H. S.) probablemente mezclado con algun ácido sulfuroso, ($S. O_2$) era muy fuerte. Sinembargo, no tuvo lugar ningun movimiento perceptible hasta en la mañana del 23 de Enero. Hasta esa hora la columna de vapor, probablemente nunca habia pasado de 150 piés arriba de las rocas. De seguro no habia subido á suficiente altura, para ser visto desde San Salvador. Pero á las 5 30 a. m. de Enero 23, se oyeron de repente fuertes ruidos y explosiones mezcladas con silvidos, &, &, &, seguidos inmediatamente de un vasto aumento, en el volúmen de vapor mientras que al mismo tiempo las rocas crecieron casi el doble en altura y cuatro ó cinco veces en su área.

La misma mañana, la gente de San Salvador vió hácia el Este y en direccion un poco al Norte del volcan de San Vicente, por primera vez la columna de vapor del nuevo volcan, blanca y hermosa en la luz del sol levantàdose muy arriba de las montañas. Debe haber subido con la calma del aire de esa mañana de 1,500 á 2,000 piés verticalmente arriba del Lago antes que desapareciera por completo. Como á las 11 a. m. principió á disminuir y despues de las 12 m., no se vió nada mas ese dia desde la Capital. La mañana de Enero 23 fué la última vez que he visto este nuevo volcan. Pero visitadores mas recientes, dicen que aunque no ha ocurrido una sola convulsion de gran magnitud desde ese tiempo, si, han sido numerosas las pequeñas, y el resultado es un rápido aumento en el tamaño del volcan asi como en el volúmen de su vapor. El punto mas alto el dia 27, se estimaba en 30 á 40 métros sobre el agua. Tambien se dice que se ha visto allí fuego durante la noche (i. e. roca calentada lo menos á una temperatura de rojo.) Yo creo más que probable, que este volcan continuará aumentado por algun tiempo, pero cuanto tiempo, es imposible decir; y si ha de desaparecer, despues de llegar á un tamaño moderado, ó si crecerá hasta que por por último, rivalice ó eclipse el Izalco, es una cuestion que solo el tiempo puede contestar. Que no se imagine nadie, que, porque se ha levantado un nuevo volcan en el Lago, muy poco despues de tan remarcables séries de temblores, que por eso el volcan ó el Lago, ó ambos, hayan causado los temblores. Pues exactamente lo contrario estaría mas cerca á la verdad. El volcan es en cierto sentido y hasta cierta extension, un efecto de los temblores. Es decir, los temblores han abierto un camino á la superficie para las materias calientes, cuya salida está formando el volcan. Sinembargo no fueron los esfuerzos de la salida de estas materias, las que causaron los temblores; por la sencilla razon que la potencia de estos esfuerzos comparada con la potencia de los temblores, es como el poder de un insecto comparada con el de una locomotora ó buque de vapor. Esas materias han permanecido quietas durante edades debajo del Lago. Esa época llegó por fin, simplemente porque los dos mas fuertes temblores de la reciente série, menearon y rajaron las rocas y la tierra inmediatas al rededor y debajo del Lago, en una extension suficiente para permitirles una salida. Respecto al mismo Lago, y todos sus curiosos fenómenos, los temblores lo han sacudido y jusgado con él como pudiera este jugar y sacudir un cascaron de huevo en medio de una tempestad. Los recientes severos temblores, que el 22 de Enero de 1880 fueron sentidos en La-Union, San Miguel, y Gotera, sin haber sido sentidos en San Salvador, y el hecho, de que la accion del volcan de Izalco ha sido desde que principiaron los temblores mucho mas intensa, de lo que es generalmente, son pruebas evidentes, de que, el disturbio general se extendió mucho, pero que la mayor parte de los temblores, fueron locales y de poca extension.

Antes de concluir este informe, diré en esta ocasion otra cosa mas. Nunca se hará lo suficiente para fijar en la memoria de los habitantes del Salvador, primero que los temblores y volcanes, son fenómenos, que ningun hombre ó cuerpo de hombres, por ningunos medios, puede causar ni evitar ó puede influir en un ápice, en sus operaciones: y segundo, que hay tambien fenómenos que en la actual condicion de la ciencia, es imposible, para nadie poder predecir, excep to por los medios que ya yo he indicado, en casos de contínuas y largas séries de temblores. Añadiré la otra observacion, que es una positiva seña de un charlatan, siempre que un hombre pretenda saber mas que todo el resto del mundo, y en cualesqiuer ramo de cualquiera ciencia. Tengo el honor Señor de suscribirme, muy respetuosamente su obediente sevidor.

W. A. Goodyear.
Geologista.

A su Excelencia el Honorable Sr. Don Salvador Gallegos, Ministro de Instruccion Pública.
San Salvador.

Señor:

Agregaré algunas palabras mas por via

de adicion, á mi informe de 30 de Enero último con respecto á temblores. Y refiriéndome á estos fenómenos repetiré lo que en una ocasion dijo el orador Patrick Henry hablando sobre distinto asunto. "No conozco mejor medio de juzgar de lo que está por venir, que el que nos ofrece la esperiencia del pasado." Y ateniéndome á ese pasado hasta donde me ha sido posible penetrar, parece que la extension del pais sujeta á los movimientos de suficiente severidad para cuartear las montañas y arruinar ciudades y pueblos en el Salvador, es una faja estrecha que no excede de 20 millas Inglesas de anchura, ó sean 10 millas á cada lado de la línea que previamente he denominado, el eje volcánico y seísmico del pais.

Una línea recta tirada sobre el mapa de Sonnenstern, desde el volcan de Conchagua hasta la ciudad de Ahuachapan, pasará al través de las cumbres de los volcanes de San Miguel, Chinameca, Jucuapa, Tecapa, y San Vicente, recorrerá la parte meridional del lago de Ilopango, pasará entre San Salvador y Santa Tecla, sobre la punta meridional de la cadena del volcan de San Salvador y por medio de los volcanes de Santa Ana é Izalco..

Las ciudades y pueblos pue se hallan situados en cualquier punto dentro de 5 ó 6 millas de esta línea siempre se han hallado y probablemente se hallaran (por miles de años pór lo menos) sujetos, de de tiempo en tiempo, á terremotos de terrible intensidad. Por el contrario, aún no conozco un solo caso en la historia del pais en que aparezca que una ciudad del Salvador edificada á mas de 10 millas de aquella línea, haya sido enteramente arruinada, ni aun dañada muy considerablemente por un terremoto.

Tres razones explican por qué San Salvador se halla desgraciadamente expuesta á temblores. Primeramente, la ciudad está muy inmediata á la línea en cuestion; ademas es muy probable que la verdadera línea de la gran fisura que se extiende al través del pais no sea exactamente recta, sino mas ó menos curba en ciertos puntos de su curso y no hay imposibilidad ninguna que San Salvador esté situada directamente encima de aquella. De todos modos parece que la ciudad se halla casi exactamente en la línea general de la mayor accion de los terremotos. En segundo lugar el terreno sobre el cual está construida no es de los mas firmes y los edificios que reposan sobre terreno semejante sufren mas que los que se asientan sobre un suelo mas duro y fuerte.

Por último, y razon no menos concluyente, la ciudad se halla casi rodeada por un semicírculo de montañas, teniendo á distancia de unas cuatro ó cinco millas apenas de la gran masa del volcan de San Salvador. Mientras que al S. E. el grupo de colinas de San Jacinto que, aunque inferior en masa, es bastante ponderoso y se halla mas inmediata á la poblacion. Todas esas montañas en el caso de un fuerte temblor reflejan el choque y compelen á las ondas reflejadas de diferentes direcciones, antes que las oscilaciones de la onda directa hayan cesado, á cruzarse ó mezclarse con aquella y entre si mismas del modo mas irregular, por debajo de la ciudad, produciendo asi la mas compleja y destructora clase de movimientos.

No hay la menor probabilidad de que San Salvador estalle jamás ni de que sea tragado por la tierra, pero es mas que probable que continúe sujeto, de tiempo en tiempo, en lo futuro, á terremotos tan severos como cualquiera de los que haya sufrido en el pasado.

Hay una cosa, y es la única, que se puede aplicar con provecho por vía de proteccion contra esos temblores. Como ya lo he indicado es del todo imposible evitar su venida ó modificar en lo mas mínimo su fuerza é intensidad. Asi como es imposible predecir el momento en que se ha de esperimentar un gran temblor.

Pero es posible constituir edificios de tal modo que sea necesario un movimiento mas fuerte que cualquiera de los que San Salvador haya experimentado para derribarlos, con este fin, deben ser por supuesto tan ligeros y tan fuertes como sea posible hacerlos.

El uso de ladrillo, piedra y adobes como es natural debe ser absolutamente

desechado en la construccion de las casas, en toda la extension de la zona de los terremotos.

La clase de casas mejor adaptable para soportar sin ser destruidas por la accion de fuertes terremotos, es aquella que consista de edificios de un solo piso, construidos en su totalidad con madera ensamblada y atada lo mas fuertemente posible, en todos sentidos. De ese modo se puede construir una casa que no caiga por mucho que se incline, mezca y tuerza.

Pero como la buena madera de construccion es escasa y cara en el país, es probable que el *bajareque* sea la construccion mas adaptable desde luego, para las clases menesterosas en toda la extension de aquel. Esta es ya una gran mejora comparada con el uso de los adobes, poro al edificar con *bajareque* se debiera prestar mas atencion de lo que hasta aquí se ha acostumbrado en la manera de ensamblar las paredes en los ángulos de los edificios y en asegurar el techo sólidamente á las cumbreras de aquellas.

El amarre de los ángulos debe ser suficientemente fuerte para evitar que las paredes se abran en aquellos puntos dejando cáer unas de aquellas mientras las restantes se mantienen sobre su base. Por de contado debe tenerse el mayor cuidado para hacer todas las partes de un edificio, fuertes al par que ligeras, y asi mismo asegurar el conjunto de tal modo que cada una de aquellas sirva de sosten á las demas haciendo asi imposible, para el caso de un terremoto, que ninguna parte ceda ni caiga, á no ser que la intensidad de este último sea tal que traiga al suelo de un golpe, la fábrica entera.

Tambien sería preferible, por lo que hace á temblores, abandonar el uso de tejas de barro para los techos. Estas hacen á los últimos tan pesados que en el caso de un terremoto fuerte cargan demasiado sobre las paredes y producen un aumento de tension que techos mas ligeros evitarían.

Tingladosdemadera, como pueden verse sobre la casa de Mr. Jhon Moffat de esta ciudad, aunque mas expuestos al riesgo de incendios son incomparablemente mejores que los tejados de barro para los casos de terremotos.

Otra cosa que debe tenerse presente al edificar, en cualquier punto situado dentro de la zona seísmica, es no colocar nunca una casa á inmediaciones de paredones ó bancos altos que estan sujetos á cuartearse y derrumbarse en caso de un movimiento fuerte.

Soy, Señor, con todo respeto su atento y seguro servidor.

(F.) ***W. A. Goodyear,***
Geólogo.

San Salvador, Febrero 6 de 1880.

El traductor interino.

O. Watteu.

A su Excelencia el Honorable Sr. Don Salvador Gallegos, Ministro de Instruccion Pública.

San Salvador.

Señor:

En la tarde de 7 de Febrero de 1880 volví á Apulo, llevándome un buen nivel de ingeniero y pasé la noche allá.

En la mañana del 8 tomé uno de los bogas del Señor Presidente, para que me señalara con la mayor exactitud posible el nivel ordinario del Lago durante el verano y tambien el punto mas alto de su crecimiento del 11 de Enero 1880.

En seguida nivelé con mucho cuidado de esos puntos para abajo la superficie actual del agua y encontré que de su altura máxima, en Enero 11, había bajado $38.^{578 m.}$ piés ingleses ó sean $11.^{756 m.}$ métros; y que de su nivel ordinario de verano bajó $33.^{358 m.}$ piés ingleses ó sean $10.^{167 m.}$ métros.

Tambien nivelé lo suficiente para arriba, á fin de poder distinguir con el telescopio del nivel la punta mas alta visible en medio del vapor del nuevo volcan, y la hallé á una altura de 58 piés ingleses ó sean $17.^{678 m.}$ métros encima de la superficie.

Estas medidas son exactas y fueron hechas á las 10. 00 a. m. de Febrero 8 de 1880 Ellas demuestran que las medidas practicadas por el general Mera, el 20 de Enero, fueron muy aproximadas,

porque la bajada del Lago desde esa fecha, aunque yo no lo medí con exactitud, es ciertamente muy cerca de dos métros y tal vez un poquito mas.

Adicionado al grupo original de rocas que hicieron su primera apariencia en la noche del 20 de Enero de 1880 y que está en direccion S'. 60° E' magnético de Apulo, había el dia 8 de Febrero un nuevo grupo de tamaño considerable, consistiendo en dos partes separadas de las que la parte mas pequeña está S' 45° E'. y el centro del mas grande S' 44° E' magnético de Apulo.

El grupo nuevo está á una distancia corta al Sur-Oeste del primero y descarga mucho menos vapor que aquel.

La accion del primer grupo es sin embargo hasta cierto punto espasmódico é irregular, variando la cantidad de vapor que descarga á distintas horas.

Otro fenómeno que observé durante mi última visita á Apulo vale la pena de mencionarse.

Durante la noche del 7 al 8 de Febrero había períodos, como de hora en hora, en que ocurrieron una série rápida de explosiones subterráneas, sonando no como ruido comun de un temblor, sino exactamente como lejanos disparos de artillería pesada.

Por supuesto al principio supuse que esas explosiones ocurriesen en el volcan del centro de la Laguna; pero mientras mas me fijaba me parecía que el ruido no venía de aquella direccion.

Al fin me levanté y salí para fijarme mejor. La noche no fué tan oscura para impedir que yo viera bien la columna blanca de vapor que salía del volcan. Lo observé con mucho cuidado para ver si sufría alguna accion espasmódica que correspondiera á las explosiones que había oido.

Pero no pude percibir alguna.

No habia bocanadas repentinas de vapor, no habia llamaradas de luz, ningun disturbio visible ni en las rocas ni en el agua á su rededor, y por lo que yo pude ver ningun cambio en la quieta firmeza con que la hermosa columna subia al aire.

Mientras mas escuché los ruidos creció mi impresion, y me parecieron originados de un punto mucho mas cercano á Apulo que al nuevo volcan.

A veces una explosion parecía venir de una direccion y otras veces de otra, pero la mayor parte de ellas producían la impresion, de venir directamente de debajo de los piés, y de vez en cuando habia uno con fuerza suficiente para hacer temblar todo el suelo por un momento. Por cierto la impresion no fué muy agradable. Me quedé á fuera hasta que me satisfice que habia averiguado respecto de las explosiones, todo lo que bajo estas circunstancias era posible y entonces me volví á acostar y pronto me dormí.

Las explosiones continuaron con intervalos durante la mayor parte de la noche, pero algunas horas despues de amanecer el dia 8 desaparecieron por completo.

Sin embargo, mas tarde, como á las 10 00. a. m., cuando estuve nivelando con el capitan Spilsbury volvieron á comenzar. A esta hora habia una reunion considerable de personas en Apulo, quienes habian venido de San Salvador para pasar el dia observando el nuevo volcan. Entonces me informé que las explosiones habían hecho las mismas impresiones á todas estas personas que anteriormente me hicieron á mí, es decir, les parecia que venían directamente de debajo de Apulo.

Ademas, con la luz del dia pude cerciorarme que no habia ninguna perturbacion en el volcan para corresponder con esas explosiones.

Despues supe que los mismos ruidos habían sido oidos en Ilopango, y que allí se creía generalmente que venían de la direccion del Lago, aunque una persona pensó que venian del lado de San Salvador. No he sabido que los hayan oido en la capital.

Estos ruidos, segun su naturaleza, son mucho mas característicos como acciones volcánicas que como acciones de temblores. Ellos son probablemente el resultado de verdaderas explosiones, es decir el escape repentino y violento de vapor ó gas de alguna localidad subterránea, donde estan bajo presion enorme, para otra localidad donde la presion es mucho menos. Pero lo que pueda ser el resultado, ó lo que puedan anunciar, en materia de trastornos en la superficie

yo no sé y es imposible de profetisar.

Aun es imposible poder decir donde tienen su orígen esos ruidos. Si pudiéramos estar seguros, que realmente provienen, como parece, directamente debajo de Apulo, entonces consideraría yo á Apulo un lugar inseguro, mientras que esos ruidos continúen sin una alteracion visible en la superficie que corresponda con ellos. Es en todo caso útil recordar los presentes hechos, para referencias futuras, en caso de que en lo sucesivo ocurra algo de importancia.

Soy, Señor, muy respetuosamente su obediente servidor.

(F.) ***W. A. Goodyear,***

San Salvador, Febrero 9 de 1880.

UEBER

SYNCHRONISMUS UND ANTAGONISMUS

VON

VULKANISCHEN ERUPTIONEN

UND

DIE BEZIEHUNGEN DERSELBEN ZU DEN SONNENFLECKEN UND ERDMAGNETISCHEN VARIATIONEN

VON

DR. EMIL KLUGE,

LEHRER AN DER K. HÖHEREN GEWERBSCHULE ZU CHEMNITZ.

MIT EINER GRAPHISCHEN DARSTELLUNG DER VULKANISCHEN ERUPTIONEN VON 1600—1860.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1863.

VORWORT.

Vorliegende Schrift bildet einen Abschnitt eines grösseren Werkes über den Vulkanismus, welchen ich, da derselbe ein in sich abgeschlossenes Ganze bildet und die Vollendung meiner vollständigen Arbeit jedenfalls noch längere Zeit in Anspruch nehmen dürfte, vorzog, schon jetzt zu veröffentlichen. Die darin aufgeführten Thatsachen sind einem von mir zusammengestellten Kataloge entnommen, der vom Jahre 1000 v. Chr., bis zum Jahre 1863 circa 1450 vulkanische Eruptionen umfasst, und zu dessen Abfassung ich ausser den Verzeichnissen von v. Hoff, Perrey und Mallet namentlich einige ältere, seltnere Werke der öffentlichen königlichen Bibliothek zu Dresden und für die beiden letzten Jahrhunderte weit über 200 naturwissenschaftliche und geographische Werke und Zeitschriften benutzte. Wenn derselbe trotzdem nicht auf unbedingte Vollständigkeit Anspruch machen kann, so habe ich doch das Bewusstsein nach Kräften zusammengetragen und gesichtet zu haben, was in meinen Verhältnissen überhaupt möglich war. Indem ich somit vorliegende Arbeit der wohlwollenden Nachsicht meiner Fachgenossen empfehle, bitte ich zugleich, die am Schlusse ausgesprochenen Ansichten nur als einen Ver-

such zu betrachten, den complicirten vulkanischen Erscheinungen eine andere einfachere Deutung unterzulegen, als die jetzt von den meisten Vertretern der geologischen Wissenschaft angenommene.

Chemnitz im September 1863.

Dr. Emil Kluge.

Aehnlich wie man früher ein grosses Gewicht auf den Synchronismus und die periodische Alternation zwischen Erdbeben weit auseinanderliegender Gegenden legte, hat man auch dem Zusammentreffen und der Abwechslung von Vulkanausbrüchen Beachtung geschenkt, jedoch im Allgemeinen nur insoweit, als man, meist ohne nähere Prüfung, aus einzelnen zufällig zeitlich zusammentreffenden Eruptionen auf eine unterirdische Verbindung oder einen gemeinsamen Heerd sämmtlicher Vulkane schloss. Ein Blick auf die unten angeführte chronologische Uebersicht der Eruptionen genügt, um zu zeigen, dass bei der grossen Zahl derselben in jedem Jahre, unbedingt Vulkanausbrüche, die doch auch gewöhnlich nicht mit einem Tage abgethan sind, zusammenfallen müssen, dass überhaupt auf dem ganzen Erdballe, abgesehen von den immer thätigen Vulkanen, wie Stromboli, Sangay, Lamongan etc. immer einige Vulkane sich im Zustande erhöhter Thätigkeit befinden. Es sind daher zum mindesten die Schlüsse, welche man aus dem gleichzeitigen Auftreten von Eruptionen zieht, mit grosser Vorsicht festzustellen und aufzunehmen; oder der Begriff der Gleichzeitigkeit selbst etwas einzuschränken, indem man denselben nicht für die ganze Dauer der Eruption, sondern nur für den Moment des Beginns derselben gelten lässt. Einen noch viel grösseren Spielraum als der Synchronismus der Vulkanausbrüche lässt der Phantasie der Antagonismus derselben. In Folge der grossen Anzahl von Vulkanen und Eruptionen kann man hier alle möglichen Combinationen von Gegenwirkung herausklügeln und damit alle beliebigen Sätze (sowie möglicherweise auch deren Gegentheil) beweisen. Bei der Untersuchung der Erscheinungen, welche in dieses Gebiet einschlagen, dürften etwa folgende Puncte ins Auge zu fassen sein:

I. Synchronismus kann stattfinden:

a) in der Weise, dass zwei oder mehrere Vulkane gleichzeitige Eruptionen haben, wobei es aber nicht berücksichtigt wird, ob der eine oder andere einige Tage oder Wochen früher seine Thätigkeit begonnen hat.

b) Zwei oder mehrere Vulkane machen gleichzeitig einen Ausbruch; dieselben beginnen aber damit ganz in dem nämlichen Augenblicke, so dass es erscheint, als wenn beide Ausbrüche nur die Wirkung einer gemeinsamen Ursache, eines und desselben augen-

blicklichen Impulses wären, der sich nur an verschiedenen Puncten äussert.

c) Die Ausbrüche zweier oder mehrerer Vulkane geschehen nicht gleichzeitig; sie fallen aber in zeitlich nicht weit von einander entfernte Zeiträume, vielleicht in dasselbe Jahr.

d) Es fallen nicht nur einzelne Ausbrüche zweier oder mehrerer Vulkane zusammen, sondern längere Perioden der vulkanischen Thätigkeit derselben ereignen sich gleichzeitig oder wenigstens zeitlich nicht weit von einander entfernt.

e) Nicht nur einzelne Vulkane, sondern verschiedene ganze Gruppen zeigen gleichzeitig eine starke erhöhte Thätigkeit.

In räumlicher Beziehung sind in Verbindung mit Obigem folgende Fälle möglich:

a) Die Vulkane, welche gleichzeitig Eruptionen haben, sind benachbart, d. h. zwischen ihnen befindet sich kein anderer, in historischer Zeit thätiger Vulkan, und sie gehören derselben Reihe oder Gruppe an.

b) Dieselben sind benachbart, gehören aber verschiedenen Reihen oder Gruppen an.

c) Dieselben gehören zu einer Reihe oder Gruppe, sind aber durch dazwischenliegende noch thätige Vulkane von einander getrennt.

d) Sie gehören benachbarten Reihen oder Gruppen an, ohne selbst Nachbarn zu sein.

e) Sie liegen in verschiedenen, nicht benachbarten Reihen oder Gruppen, welche aber gegenseitige gewisse Beziehungen zu einander zeigen; also z. B. auf einer und derselben Längslinie liegen (Vulkane Chile's und Mittelamerika's) oder solche, die einander diametral entgegengesetzt liegen, wie die Vulkane Sumatra's, Quito's und Neu-Granada's, oder solche die ziemlich auf demselben nördlichen oder südlichen Breitegrade, aber 180° Längengrade von einander entfernt liegen, wie die Vulkane Islands und Kamtschatka's etc.

f) Endlich solche Vulkane, welche sich in gar keine Beziehung zu einander setzen lassen.

II. In Beziehung auf die periodische Abwechslung oder Gegenwirkung in der Thätigkeit verschiedener Vulkane dürften folgende Puncte massgebend sein:

a) Ein Vulkan, oder eine ganze Kette oder Gruppe ruht, während ein anderer oder eine ganze Kette oder Gruppe in Thätigkeit ist. Da dies ein ausserordentlich weiter Begriff ist, so dürfte derselbe dadurch zu begrenzen sein, dass die betreffenden Vulkane oder Vulkanreihen entweder benachbart sind, oder dass sie wie oben bei dem Puncte *e* in gewisse Beziehungen zu einander gebracht werden können, oder dass sich diese Erscheinung häufig zwischen denselben Vulkanen wiederholt.

b) Ein Vulkan unterbricht in demselben Augenblicke seine Thätigkeit, in welchem ein anderer dieselbe beginnt.

Was den Punct *a* betrifft, so dürfte dann noch zu untersuchen sein, ob eine solche antagonistische Thätigkeit zwischen den nördlichen und südlichen, oder der östlichen und westlichen Halbkugel, oder auch zwischen den drei grossen Becken des atlantischen, stillen und indischen Oceans, welche mit Vulkanen umsäumt sind, stattfindet.

Prüfen wir diese verschiedenen Puncte nach der Bedeutung, welche sie möglicherweise für die Wissenschaft haben können, so sind jedenfalls die unter I. *b* und II. *b* angeführten die wichtigsten, weil bei ihnen am wenigsten an eine Täuschung oder ein Spiel des Zufalls gedacht werden kann. Dass Thatsachen, wie die unter dem 4. Januar 1641, 12. August 1772, 19. Januar und 20. Februar 1835 angeführten in einem gewissen Zusammenhange stehen müssen, wird wohl Niemand bezweifeln. Ob aber dieser Zusammenhang in dem Vorhandensein eines Pyriphlegeton seinen Grund hat, wollen wir vorläufig dahin gestellt sein lassen.

Aber auch die übrigen Puncte können, obwohl sie dem Spiele des Zufalles und einer reichen Phantasie ein offnes Thor lassen, bei vorsichtiger Behandlung zu wichtigen Beweismitteln für gewisse Gesetze auf dem Gebiete des Vulkanismus werden. Es dürfte jedenfalls von Bedeutung sein, zu erfahren, ob gewisse Zeiträume sich durch zahlreiche gleichzeitige Eruptionen auszeichnen, und ob diese Zeiträume etwa in bestimmten Perioden wiederkehren; ferner ob gewisse Vulkane in Gebieten, wo nur selten Eruptionen stattfinden, stets mit einander thätig sind, und ob sich die Lage derselben auf gewisse Spaltensysteme zurückführen lässt; ferner ob sich Vulkane, welche zwischen zwei andern liegen, wie die Liparen zwischen Vesuv und Aetna, in ihrer Thätigkeit mehr an den einen oder an den andern anschliessen, ob die nördliche und südliche, oder östliche und westliche Halbkugel in ihren Eruptionen abwechseln etc.

Im Nachstehenden habe ich es versucht, einige dieser Fragen zur Erledigung zu bringen. Das vorhandene Material ist allerdings noch nicht reichhaltig genug, um eine andere, als eine annähernde Lösung zuzulassen; indessen dürften doch schon die erhaltenen Resultate von einigem Werthe sein, selbst wenn sie weiter keine Bedeutung haben, als die Unhaltbarkeit gewisser Theorien nachzuweisen, oder zu weiterem Forschen anzuregen.

Ehe ich zur Untersuchung der einzelnen vulkanischen Gebiete übergehe, dürfte zunächst die Frage zu entscheiden sein, ob sich gewisse Jahre überhaupt durch die grosse Anzahl ihrer Eruptionen auszeichnen. Schon ein flüchtiger Blick auf die beigegebenen Eruptions-Curven genügt, um zu zeigen, dass sich dieselben mehrmals plötzlich wie in den Jahren 1793, 1822, 1835, 1843, 1852 erheben, um beinahe ebenso stark wieder zu fallen. Die Ereignisse in den Jahren 1852 in Ost- und West-

indien, Chile und Californien, 1843 in Ostindien, 1835 in Chile, 1793 in Japan und Mexiko werden bei Besprechung der betreffenden Gebiete zur Sprache kommen, es sei mir daher hier nur gestattet, die des Jahres 1822 in kurzem Umrisse anzuführen. Dieselben wurden schon durch einige ausserordentliche Erscheinungen des Jahres 1821 eingeleitet.

In der Nacht vom 19. zum 20. December 1821 begann nämlich der Ausbruch des Eyjafjalla-Jökull auf Island. Die Erde bebte dabei stark und ungeheure Schneemassen stürzten sich dabei in das Thal. Die Eruption dauerte in grosser Heftigkeit einige Tage, aber mit abwechselnder Stärke mehrere Wochen hindurch. Bis zum 1. Februar 1822 war die Feuersäule beständig sichtbar. Ein reichlicher Aschenregen drang daraus hervor und selbst Steine von 25—40 Kilogrammen Gewicht wurden bis in eine Entfernung von fast einer geographischen Meile herausgeschleudert. Noch am 28. Februar 1822 stiess der Vulkan Dampf aus. Das Schiff, welches die Nachricht von dem Ausbruche nach Kopenhagen brachte, will bei seiner Abfahrt von Island am 7. März wieder ein starkes Feuer in der Richtung des Vulkans gesehen haben*). — Am 22. December 1821 ausserordentlich starker Erdstoss zu Rieti in Italien. Im Augenblicke, wo er begann, sah man aus dem Fiume di Canera eine Feuersäule aufsteigen, welche über der Stadt hinwegging und sich in den See Cantelice stürzte (Arago's sämmtliche Werke. Deutsche Ausgabe. Bd. 16. pag. 184.). Am 25. December um 8^h 30′ Abends leichte Erderschütterung zu Mainz. An demselben Tage wütheten heftige Stürme in Oberitalien, besonders um Genua und in der Schweiz. An diesem Tage auffallend niedriger Barometerstand durch fast ganz Europa (Edinb. philos. Journ. Vol. VII. 1822. p. 155.).

Am 9. Januar 1822 gegen 8 Uhr Abends leichtes Erdbeben in Neapel. Zu Anfange des Jahres nahmen in der Umgebung des Vesuvs die Wasser in den Brunnen merklich ab; am 7. Januar bildete sich am Fusse des Ausbruchskegels ein Schlund, der während einiger Tage Schlacken auswarf. Am 18. und 29. Januar Erdstösse zu Arequipa. —

Am 8. Februar 5 Erdstösse zu Landshut (Baiern). — Am 7., 13., 15., 18 und 26. Februar Erdstösse zu Arequipa. — Vom 13. Februar an hörte man Detonationen im Vesuv, die sich am 16 und 17. erneuerten. Am 18. Morgens stieg eine dicke Rauchsäule aus dem Berge auf. Am 19. fand ein Regen von Asche, Steinen und einigen glühenden Lavastücken statt. Am 20. erhob sich die Lava im Krater. Am 21. erfolgte ein Ausbruch von Lava an der südlichen Seite des Berges; am 22 und 23. dauerte der Abfluss der geschmolzenen Lava mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 2 Meter in der Minute fort. Am 24. fand eine Wiederverstärkung der Thätigkeit statt und der Berg schien ganz in Feuer zu stehen. Das Auswerfen von Asche aus dem Krater dauerte fast den

---

*) v. Hoff pag. 163 citirt Edinb. philos. Journ. Vol. VII. 1822. p. 155; Verneur Journ. des Voyages. T. XV. p. 386. Morgenblatt 1822. Nr. 236. p. 944.

ganzen Sommer hindurch. — Am 18. Februar starkes Erdbeben zu Komorn in Ungarn. Am 19. Februar starkes Erdbeben in der Auvergne, zu Lyon, in Savoyen und in der Schweiz, das sich bis Paris erstreckte. Am 21. Februar (nach Andern am 12 oder 20. März) Beginn des merkwürdigen Detonationsphänomens auf der Insel Meleda. Am 23. Febr. um 3^h 35′ Abends Erdbeben zu Belley (Dép. de l' Ain, Frankreich.).

Am 3. März Erdbeben zu Bassano. — Am 10., 11., 17 und 18. März Erdstösse zu Arequipa. — Am 22. März bildeten sich an der Küste des mittelländischen Meeres bei Marsala (Sicilien) 2 kleine Oeffnungen; an demselben Tage ward bei vollkommner Meeresstille ein Schiff durch eine plötzliche Bewegung, die man einem unterseeischen Ausbruche zuschrieb, auf die Klippen geworfen.

Vom 5. April bis October Eruption des Aetna. — Am 6., 10., 18 und 19. April und am 6., 8., 9 und 10. Mai Erdstösse in Sicilien. — Am 5., 7. und 26. Mai Erdstösse in Arequipa. — Am 7. Mai Erdbeben, wodurch Cartago (Costarica) vollständig zerstört wurde; an demselben Tage Eruption des Irasu. — Am 9. Mai Erdbeben zu Czernowitz am Pruth. — Am 31. Mai Erdbeben zu Cognac, Angers, Tours, Bourbon, in der Vendee, Laval, Nantes und Paris. —

Am 26. Juni Eruption des Eyjafjalla-Jökull (Island); an demselben Tage Erdstoss zu Arequipa. —

Am 10. Juli Erdbeben zu Lissabon; an demselben Tage auch zu Ancona. — Am 11. Juli Ausbruch des Vesuv. — Am 14. und 30. Juli Erdbeben zu Catanzaro. — Am 23. Juli von 6 — 9 Uhr Morgens Ausbruch des Berapi auf Sumatra. — Am 29. und 30. Juli Erdbeben zu Granada.

Am 1. August schwaches Erdbeben auf Martinique. — Am 8. Aug. heftiges Erdbeben zu Tomsk (Sibirien). — Am 9. und 16. Aug. Erdstösse zu Arequipa. — Am 13. Aug. furchtbares Erdbeben, welches Aleppo, Latakia, Alexandrette, Djesser und viele andere Städte fast ganz zerstörte und sich bis Ende des Jahres täglich wiederholte. Die stärksten Repetitionen, die dem ersten Stosse fast an Furchtbarkeit gleich kamen, fanden am 5., 29. und 30. September und am 20. November statt. In dem Augenblicke des Erdbebens am 13. August sollen bei Cypern plötzlich 2 Klippen über die Meeresfläche emporgetreten sein. Am 27. August verlor der Pregel bei Königsberg plötzlich alles Wasser auf eine Strecke seines Laufes. — Am 28. August Erdbeben zu Venedig. —

Am 30. September Erdstoss zu Arequipa. — Am 10. September starkes Erdbeben zu Karlstadt (Wermeland, Schweden). — Am 18. September starker Erdstoss zu Dunston bei Newcastle (England). — Vom 22. September an wurden die Bewegungen in den Vulkanen von Stromboli und Vulkano besonders heftig. — Am 29. September Erdbeben zu Algeziras und Cordova. — Im September Erdbeben auf Sumatra, das man 24 Stunden lang alle Stunden fühlte. —

Am 1. October Erdbeben in Mies (Böhmen). — Am 8. October fand der furchtbare Ausbruch des Galungung auf Java statt. An demselben Tage Erdbeben zu Murcia in Spanien; an demselben Tage und am 13. October Erdstösse zu Arequipa. — Vom October an steigerte sich das Auswerfen des Vesuvs aus dem Krater wieder; in der Nacht vor dem 21. October erschütterten leichte Erdstösse die Umgebung des Berges. Um Mittag des folgenden Tages sah man die Lava auf dem steilen Abfall des östlichen Kegels im Krater erscheinen und sich über den Kraterrand in zwei Bächen herabstürzen. Vom 22—26. October war der Ausbruch fürchterlich; der Aschenregen war der stärkste, den man seit dem Untergange Pompeji's wahrgenommen hatte. An gewissen Orten am Fusse des Berges lag sie bis zu 3 Metern Höhe und die ausgegrabenen Theile von Pompeji wurden wieder mehrere Fuss hoch damit bedeckt. Der Aschenregen dauerte dann noch, obwohl mit geringerer Heftigkeit, bis zum 16. November und vom Anfang des December an fingen die Mofetten an sich zu zeigen.

Am 19. November Erdbeben in Chile, welches Valparaiso, Melipillo, Quilotoa und Casablanca zerstörte und von Concepcion bis Callao, also vom 36—12° s. Br. auf eine Strecke von 360 Meilen als Stoss wahrgenommen wurde. Die Stösse wiederholten sich bis zum 18. Januar 1823 jeden Tag mehrmals, am stärksten am 10. und 25. December. Während des Erdbebens erfolgte die bekannte Hebung der Küste Chile's auf eine Länge von 100 englischen Meilen. Im Augenblicke des Stosses machten 2 Vulkane bei Valdivia plötzlich unter starkem Geräusche einen Ausbruch, erleuchteten einige Secunden lang die ganze Gegend im Umkreise und kehrten dann in ihren alten Zustand der Ruhe zurück. — Am 21. November Erdstoss zu Horb (Würtemberg). — An demselben Tage Erdbeben zu Arequipa. — Am 23. November Erdstoss zu Sulz (Würtemberg). — Am 27. November, 8 Tage nach dem starken Erdbeben fanden in Chile in grosser Ausdehnung reichliche Regen, begleitet von heftigen Wirbelwinden statt; niemals war zuvor in diesem Lande Regen im November gefallen. — Am 28. November Erdbeben zu Tübingen, Stuttgart, Speier, Kehl und Strassburg.

Am 1. und 20. December Erdbeben auf Grenada (Antillen). — Am 5. und 24. December Erdstösse zu Arequipa. — Am 27. December empfand man zu Kadu auf Java Erdstösse, die 30 Stunden lang fortdauerten; am 29. erfolgte um 1½ Uhr Morgens ein furchtbarer Ausbruch aus dem Merapi; die ausgestossene Lava verbrannte 4 Dörfer. Zu Pasuruan wurde zugleich der Bromo mehrere Male stark erschüttert und warf darauf einen feinen Regen von schwärzlicher Asche aus. —

Wir haben es hier mit einer Häufung von vulkanischen Erscheinungen zu thun, wie sie in der Geschichte des Vulkanismus nicht häufig wiederkehrt, und es dürfte daher von Bedeutung sein, zu erfahren, ob dergleichen eruptionsreiche Jahre sich nach bestimmten Perioden wiederholen, oder dergleichen Erscheinungen mit andern periodischen Natur-

erscheinungen in einem gewissen Zusammenhange stehen. Eine Abhandlung von Dr. Lamont »Ueber die 10jährige Periode in der täglichen Bewegung der Magnetnadel und die Beziehung des Erdmagnetismus zu den Sonnenflecken«*), worin des Jahres 1822 als eines Minimaljahres von Sonnenflecken gedacht war, veranlasste mich die Eruptionen mit den Sonnenfleckenperioden zu vergleichen. Schon ein flüchtiger Blick belehrte mich, dass noch einige der darin aufgeführten Minimaljahre, wie die Jahre 1793, 1843, 1855, sich von den benachbarten Jahren durch zahlreiche vulkanische Ausbrüche auszeichneten. Mittlerweile erschien eine Arbeit von Prof. Dr. Rudolf Wolf in Bern über denselben Gegenstand (Ueber die 11jährige Periode in den Sonnenflecken und erdmagnetischen Variationen**), welche, über ein grösseres Material disponirend, meine Vermuthung zur Gewissheit erhob: *Sonnenfleckenarme Jahre, die zugleich durch geringere Grösse der magnetischen Variationen sich auszeichnen, sind eruptionsreiche Jahre und umgekehrt.* Damit sich der Leser selbst ein Urtheil darüber bilden könne, lasse ich hier die vollständige Tabelle, wie sie Wolf in der betreffenden Abhandlung veröffentlicht hat, folgen und füge derselben die Zahl der Eruptionen jedes Jahres bei. Die erste Colonne nach der Jahrzahl bezeichnet die mittlere jährliche Häufigkeit der Sonnenflecken durch Relativzahlen ausgedrückt; die zweite die mittleren jährlichen Declinationsvariationen; die dritte die Zahl der Eruptionen, einschliesslich der Repetitionen grösserer Eruptionen, die vierte die Zahl der Eruptionen ohne dieselben.

	Jahr.	Relativzahl der Sonnenfl.	Variation.	Eruptionen mit Repetition.	Eruptionen ohne Repetition.	
	1749.	63,8.	—	4.	2.	
	50.	68,2.	—	4.	2.	12. 6.
I.	51.	40,9.	—	4.	2.	
	52.	33,2.	—	3.	1.	
	53.	23,1?	—	3.	1.	
	54.	73,8.	—	5.	3.	
	55.	6,0.	—	4.	3.	17. 10.
	56.	8,8.	—	8.	4.	
	57.	30,4.	—	5.	5.	
	58.	38,3?	—	1.	1.	
	59.	48,6?	10′,76	4.	4.	
	60.	48,9.	—	2.	1.	
	61.	75,0.	—	5.	4.	11. 8.
II.	62.	50,6.	—	4.	3.	

*) Poggend. Ann. Vierte Reihe Bd. 26. p. 607. Leipzig, 1862.
**) Pogg. Ann. Bd. 27. p. 502. Leipzig, 1862.

	Jahr.	Relativzahl der Sonnenfl.	Variation.	Eruptionen mit Repetition.	Eruptionen ohne Repetition.	
	1763.	37,4.	—	4.	1.	
	64.	34,5.	—	4.	4.	
	65.	23,0.	—	2.	2.	
	66.	17,5?	—	8.	7.	16. 12.
	67.	33,6.	—	6.	3.	
	68.	52,2.	—	2.	2.	
	69.	85,7.	—	—	—	
III.	70.	79,4.	—	5.	5.	7. 7.
	71.	73,2.	—	2.	2.	
	72.	49,2.	—	8.	8.	
	73.	39,8.	—	1.	1.	
	74.	47,6?	—	6.	6.	
	75.	27,5.	—	5.	5.	14. 14.
	76.	35,2?	—	3.	3.	
	77.	63,0.	11′,2?	2.	1.	
	78.	94,8.	11,0?	3.	3.	
	79.	99,2.	8,5?	2.	2.	10. 9.
IV.	80.	72,6?	5,5?	5.	4.	
	81.	67,7.	9,12.	3.	3.	
	82.	33,2?	8,11.	1.	1.	
	83.	22,5?	8,77.	9.	5.	
	84.	4,4?	6,98.	4.	2.	19. 12.
	85.	18,3.	8,56.	6.	5.	
	86.	60,8.	14,00.	8.	7.	
	87.	92,8.	15,44.	8.	3.	
V.	88.	90,6.	13,48.	3.	2.	14. 8.
	89.	85,4?	12,60?	3.	3.	
	90.	75,2?	14,85?	5.	3.	
	91.	46,1.	12,27?	2.	2.	
	92.	52,7?	8,87?	4.	4.	
	93.	20,7?	8,43.	14.	10.	
	94.	23,9.	8,27?	3.	2.	
	95.	16,5.	7,48?	5.	5.	
	96.	9,4.	8,02?	7.	6.	
	97.	5,6.	8,30?	8.	8.	
	98.	2,8.	7,44?	5.	4.	19. 16.
	99.	5,9.	7,56?	6.	4.	
	1800.	10,1.	7,14?	6.	4.	
	01.	30,9?	7,74?	2.	2.	
	02.	38,3?	8,58?	4.	3.	
	03.	50,0?	9,16?	4.	4.	
	04.	70,0?	8,48?	6.	3.	16. 12.
VI.	05.	50,0?	8,72?	6.	5.	

	Jahr.	Relativzahl der Sonnenfl.	Variation.	Eruptionen mit Repetition.	Eruptionen ohne Repetition.	
	1806.	30,0?	—	8.	7.	
	07.	10,0?	—	2.	2.	
	08.	2,2.	—	6.	6.	
	09.	0,8.	—	4.	4.	
	10.	0,0.	—	3.	3.	11. 10.
	11.	0,9.	—	4.	3.	
	12.	5,4.	—	5.	5.	
	13.	73,7.	6',56?	2.	1.	
	14.	20,0?	7,62.	7.	6.	
	15.	35,0?	7,66?	3.	3.	
	16.	45,5.	—	5.	5.	13. 13.
VII.	17.	43,5.	8,55?	6.	6.	
	18.	34,1.	8,81.	7.	7.	
	19.	22,5.	7,77.	6.	5.	
	20.	8,9.	7,79.	10.	9.	
	21.	4,3.	9,10.	9.	9.	
	22.	2,9.	8,83.	22.	17.	
	23.	1,3.	8,18.	9.	7.	44. 30.
	24.	6,7.	8,20.	13.	6.	
	25.	17,4.	9,67.	11.	10.	
	26.	29,4.	9,76.	5.	5.	
	27.	39,9.	11,31.	12.	11.	
	28.	52,5.	11,52.	14.	12.	
	29.	53,5.	13,74.	7.	6.	35. 27.
	30.	59,1.	12,40.	14.	9.	
VIII.	31.	38,8.	72,17?	9.	6.	
	32.	22,5.	—	16.	9.	
	33.	7,5.	—	8.	8.	28. 21.
	34.	11,4.	7',79?	4.	4.	
	35.	45,5.	9,57.	28.	20.	
	36.	96,7.	12,34.	9.	9.	
	37.	111,0.	12,27.	7.	6.	22. 20.
IX.	38.	82,6.	12,74.	6.	5.	
	39.	68,5.	11,03.	5.	3.	
	40.	51,8.	8,84.	6.	5.	
	41.	29,7.	7,43.	5.	5.	
	42.	19,5.	6,34.	9.	7.	
	43.	8,6.	6,57.	18.	14.	
	44.	13,0.	6,05.	8.	7.	43. 33.
	45.	33,0.	6,99.	17.	12.	
	46.	47,0.	7,65.	15.	11.	

	Jahr.	Relativzahl der Sonnenfl.	Variation.	Eruptionen mit Repetition.	Eruptionen ohne Repetition.	
	1847.	79,4.	8,78.	19.	13.	
	48.	100,4.	10,75.	11.	11.	41. 34.
X.	49.	95,6.	10,27.	11.	10.	
	50.	64,5.	9,97.	10.	6.	
	51.	61,9.	8,32.	8.	6.	
	52.	52,2.	8,09.	29.	20.	
	53.	37,7.	7,09.	9.	8.	
	54.	19,2.	6,81.	16.	14.	
	55.	6,9.	6,41.	22.	15.	
	56.	4,2.	5,98.	17.	13.	60. 42.
	57.	21,6.	6,95.	21.	14.	
	58.	50,9.	7,41.	9.	4.	
	59.	96,4.	10,37.	11.	7.	
	60.	98,6.	10,05.	5.	4.	22. 16.
	61.	—	—	6.	5.	

Aus obiger Tabelle ergeben sich nach Wolf folgende Zeiten für Maximum und Minimum:

Maximum.		Minimum.	
Sonnenflecken.	Variation.	Sonnenflecken.	Variation.
1750,0. ± 1,0.		1755,7. ± 0,5.	
1761,5. ± 0,5.		1766,5. ± 0,5.	
1770,0. ± 0,5.		1775,8. ± 0,5.	
1779,5. ± 0,5.		1784,8. ± 0,5.	1784,5. ± 0,5.
1788,5. ± 0,5.	1787,2. ± 1,0.	1798,5. ± 0,5.	1799,0. ± 2,0.
1804,0. ± 1,0.	1803,5. ± 1,0.	1810,5. ± 0,5.	
1816,8. ± 0,5.	1817,5. ± 1,0.	1823,2. ± 0,5.	1823,8. ± 1,0.
1829,5. ± 0,5.	1829,7. ± 0,5.	1833,8. ± 0,2.	
1837,2. ± 0,5.	1837,7. ± 0,5.	1844,0. ± 0,2.	1844,2. ± 0,5.
1848,6. ± 0,5.	1848,9. ± 0,3.	1856,2. ± 0,2.	1856,3. ± 0,3.
1860,2. ± 0,2.	1860,0. ± 0,3.		

Nehmen wir, um die möglichen Fehlerquellen zu beseitigen, allemal die beiden benachbarten Jahre in die Rechnung mit auf, so ergeben sich für die Eruptionen von 3 Minimal- und 3 Maximal-Jahren folgende Zahlen:

Maximum.			Minimum.		
1750:	12.	6.	1755:	17.	10.
1761:	11.	8.	1766:	16.	12.
1770:	7.	7.	1775:	14.	14.
1779:	10.	9.	1784:	19.	12.
1788:	14.	8.	1798:	19.	16.
1804:	16.	12.	1810:	11.	10.
1816:	14.	14.	1823:	44.	30.
1829:	35.	27.	1833:	28.	21.
1837:	22.	20.	1844:	43.	33.
1848:	41.	34.	1856:	60.	42.
1860:	22.	16.		271.	200.
	182.	145. (ohne 1860).			

Auch wenn wir aus jeder Periode die 4 Sonnenfleckenreichsten und Sonnenfleckenärmsten Jahre herausgreifen, bleibt das Resultat dasselbe:

Periode I.	Maximaljahre:	1754. 59. 60.	61:	16.	12.
	Minimaljahre:	1753. 55. 56.	57:	20.	13.
,, II.	Maximaljahre:	1762. 63. 68.	69:	10.	6.
	Minimaljahre:	1764. 65. 66.	67:	20.	16.
,, III.	Maximaljahre:	1770. 71. 78.	79:	12.	12.
	Minimaljahre:	1773. 74. 75.	76:	15.	15.
,, IV.	Maximaljahre:	1780. 81. 86.	87:	24.	17.
	Minimaljahre:	1782. 83. 84.	85:	20.	13.
,, V.	Maximaljahre:	1788. 89. 90.	1804:	17.	11.
	Minimaljahre:	1796. 97. 98.	99:	26.	22.
,, VI.	Maximaljahre:	1805. 13. 15.	16:	16.	14.
	Minimaljahre:	1808. 9. 10.	11:	17.	16.
,, VII.	Maximaljahre:	1817. 28. 29.	30:	41.	33.
	Minimaljahre:	1821. 22. 23.	24:	53.	39.
,, VIII.	Maximaljahre:	1835. 36. 37.		44.	35.*)
	Minimaljahre:	1832. 33. 34.		28.	21.
,, IX.	Maximaljahre:	1838. 39. 47.	48:	41.	32.
	Minimaljahre:	1841. 42. 43.	44:	40.	33.
,, X.	Maximaljahre:	1849. 50. 59.	60:	37.	27.
	Minimaljahre:	1854. 55. 56.	57:	76.	56.

*) Das bedeutende Uebergewicht der Maximaljahre wird hier lediglich durch die simultanen Eruptionen des Jahres 1835 in Chile bedingt; es bildet daher vielleicht nur eine scheinbare Ausnahme von der Regel.

An einem Zusammenhange zwischen magnetischen Variationen, Sonnenflecken und vulkanischen Eruptionen ist nach dem Vorstehenden wohl nicht zu zweifeln. Erhielten wir genaue Kunde von allen vulkanischen Erscheinungen, so würde die Zahl derselben vielleicht eine ebenso regelmässige auf- und absteigende Reihe bilden, als die der Sonnenflecken. Zwischen den Ansichten Wolf's und Lamont's herrscht nun allerdings insofern eine Differenz, als Letzterer die von Wolf auf die Jahre:

1787,2. 1817,5. 1837,7. 1844,0. 1848,9. 1856,3. 1860,0.

verlegten magnetischen Epochen auf die Jahre

1786,5. 1817,0. 1837,5. 1843,0. 1848,8. 1855,0. 1859,5.

verlegt. Auf den eben angeführten Antagonismus dürften diese Differenzen keinen Einfluss haben, da die benachbarten Jahre ohnehin mit in Rechnung gezogen worden sind. Wichtiger ist allerdings die andere Streitfrage, dass Lamont zwischen 1786/1787 und 1859/1860 sieben nahe gleich lange Perioden von 10,43 Jahren annimmt, während Wolf für diese Zeit nur sechs merklich verschieden lange Perioden aufstellt, und die mittlere Dauer einer Periode auf 11 $^1/_9$. Jahr berechnet.

Nimmt man mit Lamont sieben Perioden an, so muss man ein magnetisches Minimum auf 1791,3 und ein Maximum auf 1796,5 legen, was, wie Wolf bemerkt, den Londoner Beobachtungen widerspricht und gleichzeitig dem sonst so klar ausgesprochenen Parallelismus mit den Sonnenflecken total zuwiderläuft. Auch mit der Zahl der Eruptionen dürfte diese Annahme nicht harmoniren, obgleich das in der Nähe gelegene Jahr 1793 sich durch gewaltige und zahlreiche vulkanische Erscheinungen merklich vor den benachbarten Jahren auszeichnet.

Auf einen Punct sei es mir gestattet hier noch aufmerksam zu machen, der vielleicht eine weitere Stütze für die eben ausgesprochenen Ansichten darbieten dürfte. Es ist dies die periodische Wiederkehr von Eruptionen nach einem Zeitraume von circa 100 Jahren (99—101). Schon bei Abfassung des Katalogs fiel mir die merkwürdige Wiederkehr mancher Jahrzahlen auf und Naumann gedenkt in seiner Geognosie Bd. I. p. 219 (erste Auflage) zweier Eruptionen des Cosiguina in den Jahren 1709 und 1809, ohne jedoch diese Periodicität als etwas anderes als einen Zufall zu betrachten. Der Zusammenhang, welcher zwischen Sonnenflecken, magnetischen Variationen und vulkanischen Eruptionen stattzufinden scheint, giebt uns bei Annahme einer 11 $^1/_9$jährigen Periode der ersteren auch einen möglichen Grund für die 100jährige Wiederkehr der letzteren. Aus den zahlreichen Beispielen, welche man hier aufzählen könnte, sei es mir gestattet nur einige anzuführen:

Insel Ischia 317 v. Chr. — Zweitägiger Steinregen auf dem Albaner-Gebirge 216 v. Chr. — Eruption im Albaner-Gebirge 117 oder 116 v. Chr. — Vesuv 685 n. Chr. 983. 1184. 1682. 1783. 1784. 1785. Aetna 1183 (oder 1179?). 1285. 1381. 1682. 1781.

Aetna 56 v. Chr. 1444 n. Chr. 1643. 1744. 1844. Vulcano 144.

1444. Vesuv 1643. Submarine Eruption im mittelländischen Meere 1845.

Vesuv 1631. — Mitte Februar 1632. 1733. 1831. — am 16. Februar 1832. 1833. Vulcano 1731. 1732. — Ferdinandea 1831 und am 16. Febr. 1832. — Bildung einer Insel bei Sicilien 1632. — Äetna 1333. 1732. 1733. 1832. 1833.

Aetna 1536. 1537. 1636. 1637. 1735. 1736. 1838. Vesuv 1036. 1737. 1838. Vulcano 1736. Monte nuovo 1538.

Vesuv 203. 1306. 1506. 1704. 1705. 1706. 1804. 1805. 1806. Epomeo 95 oder 94 v. Chr. Aetna 396 v. Chr. 1603—1607 n. Chr. 1804 und 1805. Vulcano 95 oder 94 v. Chr. — Pic von Teneriffa 1505. 1705. Erhebung der Insel Tsinmura bei Korea 1007. Eruption bei Nasno in Japan 1405. Entstehung einer Insel bei Japan 1606. Fu-si-no-yama 1707.

Vesuv 471. 1771. — 512. 1712. 1713. 1813. — 1660. 1760. 1860. — 1694. 1794.

Soelheima-Jökull 1262. Breidamerkur-Jökull und Knappur am Oeräfa-Jökull (überhaupt an 6 verschiedenen Stellen Islands) 1362. Submariner Ausbruch an der Südküste Islands 1563. Vulkan im Norden Islands 1862.

Hekla und submarine Eruption beim Cap Reykjanes 1222. Cap Reykjanes 1422. Eyjafjalla-Jökull 1622. Kötlugja 1721. 1823. Eyjafjalla-Jökull 1821. 1822.

Submariner Ausbruch beim Cap Reykjanes 1236. 1237. Hekla 1436. 1636. Fusi-no-yama 1083. Asama-yama 1783. Hekla und submarine Ausbrüche an der Südküste Islands 1583. Entstehung der Insel Nyoe und Skaptar-Jökull 1783.

Hekla 1113. Cap Reykjanes 1210. Kötlugja und Raudukambar 1311. Hekla, Trölladyngr und Herdubreid 1510. Eyjafjalla 1612. — Insel Sanguir 1711. 1812.

Submarine Ausbrüche beim Cap Reykjanes und bei Nes Hreppur auf der Halbinsel des Snaefells-Jökull 1219. Hekla 1619. Oeräfa-Jökull 1720. Hekla 1818.

Hekla 1554. 1754. — 1004. 1104. 1204. 1571. 1772.

Kötlugja 900. 1000. (Hekla 1300). — 1660. 1860. — Pichinja 1560. 1660.

Cap Reykjanes 1240. 1340. (in diesem Jahre überhaupt Ausbrüche durch fast ganz Island).

Soelheima-Jökull 1245. Submariner Ausbruch im Breidafjord im Westen von Island 1345. Hekla 1845.

Jan Mayen 1633. 1732.

Aetna 44 v. Chr. 1566. 1667. 1766. (auch Vesuv, Hekla und Krabla). — Solfatara bei Pozzuoli 1198. Aetna 1698. 1798. 1799. Vesuv 1698. 1799. Pichinja 1539. 1639. Cotopaxi 1738.

Tunguragua 1557. 1757. Erhebung von 18 kleinen Inseln bei der Insel St. Georg (Azoren) 1757. Submarine Eruption bei den Azoren 1857.

Entstehung dreier neuer Inseln bei Kiu-Siu 764. Asama-yama und Fusi-no-yama 864.

Fusi-no-yama 285 v. Chr. Entstehung der Insel Tsikou-bo-sima 85 v. Chr. Gedeh 1747. 1748. 1847. 1848.

Ternate 1599. Salak 1699. Lamongan 1799.

Gunong Ringgit 1586 (auch 1597). Gross-Banda 1586 (auch 1598). Ternate 1686. Merapi 1786 (auch 1796).

Insel Luzon 1616. 1716. — 1641. 1842. — 1648. 1749. 1850. — 1750. 1852. — 1754. 1855. — 1756. 1858.

Ternate 1643. 1843. — Mindanao 1640. 1840.

Gunong Ringgit auf Java am 18. Jan. 1597 und der benachbarte Tashem Idjeng 1797 (die beiden andern bekannten Eruptionen beider Vulkane waren 1586 und 1817, sie lassen sich also auch auf eine 10—11jährige Periode zurückführen).

Ende September und Anfang October 1737 ereignete sich die furchtbare weiter unten angeführte Katastrophe in Kamtschatka mit den Vulkanen von Aawtscha, dem von Kliutschewsk und am Vorgebirge Lopatka und im October 1837 hatte wieder der Vulkan von Awatscha einen sehr starken Ausbruch.

Nach Krascheninnikow wird in Kamtschatka die Zeit von 1727—1731 deshalb als merkwürdig angeführt, weil in dieser Zeit die Kliutschewskaja-Sopka nicht blos eine Woche, wie es bei den kamtschadalischen Vulkanen gewöhnlich der Fall ist, sondern 3 Jahre lang ununterbrochen gebrannt habe. — Am 8. Aug. 1827, im April 1828 und im Jahre 1829 hatten aber der Vulkan von Awatscha, im Juni 1828 der Assatscha und im Aug. 1829 der Vulkan von Kliutschewsk starke Ausbrüche.

Obgleich der Zufall manchmal wunderbar spielt und man demselben bisweilen durch geschickte Combinationen sehr zu Hülfe kommen kann, so glaube ich doch, wenigstens in den meisten der obigen Zahlen mehr als ein zufälliges Zusammentreffen, etwas Gesetzmässiges zu finden; namentlich deswegen, weil sich die Erscheinung auch so häufig bei Vulkanen vorfindet, welche überhaupt nur wenige Eruptionen zählen. Von einer periodischen Wiederkehr Sonnenfleckenarmer Jahre allein kann dieselbe nicht abhängen, da auch Jahre wie 1837, reich an Sonnenflecken, sich mehrere Jahrhunderte weit zurückverfolgen lassen. Indessen genügt es, vorläufig die Thatsache zu constatiren. Spätere Entdeckungen lassen vielleicht auch eine Erklärung dafür finden. Bei der Besprechung des Zusammenhangs der vulkanischen Eruptionen mit den Erdbeben werde ich noch einmal auf diese Frage zurückkommen.

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen vulkanischen Gebiete über und untersuchen wir dieselben auf gleichzeitige oder abwechselnde Eruptionen. Was zunächst Italien anbelangt, so kann man im Allgemeinen annehmen, dass die Thätigkeit der beiden Vulkane, Vesuv und

Aetna eine abwechselnde ist, wie dies schon v. HOFF*) bewiesen hat; ein Blick auf die Eruptionscurven beider zeigt dies besser, als wenn ich hier die einzelnen Ausbrüche nochmals aufführen wollte. Namentlich tritt dies alternirende Verhältniss in den Eruptionen hervor, wenn man längere und heftige Perioden der Thätigkeit beider Vulkane ins Auge fasst. Auch dann, wenn Ausbrüche beider sich in einem und demselben Jahre ereignen, lösen sie meist in ihrer Thätigkeit sich ab, oder es lässt wenigstens die des einen in ihrer Heftigkeit nach. So hatte der Vesuv vom 25. Juni bis 8. Juli 1723 eine starke Eruption und von den ersten Tagen des November an fing der Aetna unter Brüllen an zu beben und eine ungeheure Rauchsäule erhob sich in Gestalt einer riesenmässigen Pinie aus dem Krater. Den 23. November ergoss sich ein Lavastrom über den Kraterrand, der bis zum 10. Mai des folgenden Jahres floss. — Ferner vom 9. December 1732 bis in den Januar 1733 Ausbruch des Aetna; vom 8. Juni 1733 bis 10. Januar 1734 Ausbruch des Vesuv; vom 4. October 1735 bis Juli 1736 Aetna; vom 14. bis 23. Mai 1737 Vesuv; am 4. Mai 1739 Eruption auf der Insel Vulcano und vom 13. Juni 1744 bis in das Jahr 1745 wieder der Aetna. — Am 12. August 1682 Ausbruch des Vesuv, der sich aber auf ein Auswerfen von Dampf, Asche, Sand und Steinen aus dem Krater beschränkte, auf dessen Boden 3 Oeffnungen entstanden waren, aus denen Lava drang. Diese gelangte aber nicht bis zum Abfliessen von dem Kraterrande, sondern erhöhte denselben nur um etwas. Die Bewegung, mit einiger Erschütterung des Bodens verbunden, dauerte bis zum 22. desselben Monats. Merkwürdig war, dass sehr kurze Zeit nach der am Vesuv eingetretenen Ruhe der Aetna in Bewegung gerieth. Im September nämlich öffnete sich unter furchtbarem unterirdischen Brüllen die Seite desselben unter dem Gipfel gegen Osten, und unter grossem Krachen brach aus der Spalte ein Lavastrom hervor, der 4 Miglien weit bis zur Rocca di Musarra lief. — Am 28. März 1776 Eruption des Vesuv und am 27. April Eruption des Aetna. (PERREY giebt diese Daten S. 54 ohne Angabe der Quelle. Ist es nicht eine Verwechslung mit dem Jahre 1776?). — Im Jahre 1799 im Februar Eruption des Vesuv und im Juni des Aetna. — Am 26. Juli 1805 fand ein furchtbares Erdbeben in Neapel statt; in demselben Monate auch ein starker Ausbruch des Aetna, wobei ein Kegelberg von 1050 Fuss Höhe gebildet wurde und am 12. August ein grosser Ausbruch des Vesuv. — Am 27. März 1809 Eruption des Aetna und am 8. Mai desselben Jahres eine vom Vesuv. — Von Mitte Februar 1832 an, wo der Vesuv gleichzeitig mit Ferdinandea einen Ausbruch machte, blieb der Erstere fast bis zum Ende Juli fortwährend in Thätigkeit. Vom 23. Juli erfolgten dann wieder bis zum 16. September sehr starke Ausbrüche. Während der Dauer dieser Ausbrüche blieb der Aetna in vollkommener Ruhe. Am 31. Octo-

*) Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche von v. HOFF. 2. Thl. p. 263.

ber jedoch begann dann dieser Vulkan seinen grossen Ausbruch. Während der stärksten Eruption blieb der Vesuv ruhig; er erwachte erst wieder vom 16—24. December, während welcher Zeit die Eruption des Aetna allerdings auch noch andauerte.

Obwohl man nun diese alternirende Thätigkeit beider Vulkane fast als Regel aufstellen kann, so finden sich doch auch einzelne Perioden, in welchen sie gleichzeitig in Thätigkeit begriffen waren. Auf eine gemeinschaftliche Thätigkeit beider ist schon oben bei der Schilderung der vulkanischen Ereignisse des Jahres 1822 hingewiesen worden, und eine andere wird später bei der Eruption des Hekla im Jahre 1766 zur Sprache kommen. Ferner dürften hierher noch folgende Fälle gehören: Im Jahre 1643 Eruptionen des Aetna, des Vesuv, des Vulcanillo und des Sémus. (Perrey giebt in seinem Katalog p. 24 dieses merkwürdige Ereigniss ohne Angabe der Quelle, so kurz wie hier angeführt. v. Hoff gedenkt in seiner Chronik keines Ausbruchs dieser 4 Vulkane in diesem Jahre. Dagegen finde ich unter dem Jahre 1633 folgende Angabe: »Ein Berg in Aethiopien, Sémus genannt (vielleicht das Gebirge Samen in Abyssinien), soll einen vulkanischen Ausbruch gemacht haben. Nach anderen Nachrichten soll dieser Ausbruch im Jahre 1631 zugleich mit dem des Vesuv erfolgt sein.« cit. Gassendi Vita Peirescii, ed. tertia. Hagae Com. 1655. 4. L. V. p. 186). — Am 12. März 1694 begann nach ziemlich starken Erderschütterungen ein Ausfluss von Lava am Vesuv. In demselben Monate bebte die Erde am Aetna und dieser Vulkan warf viel Sand und Asche aus, die bis nach Malta getrieben wurde. Im August erfolgte wieder ein Auswurf von Asche, der Catania sehr belästigte. — Am 2. Decbr. 1754 Ausbruch des Vesuv. Ohne vorhergegangene Erschütterungen oder Geräusch barst an diesem Tage der Berg an zwei Orten, einmal nach Bosco tre case und das andere Mal nach Ottajano zu, aus welchen beiden Spalten Lavaströme hervordrangen, die bis zum 20. Januar 1755 in Fluss waren. An diesem Tage begann dann der grosse Auswurf von Schlacken und Asche aus dem Krater. Den 31. Januar 1755 öffneten sich nach Ottajano zu zwei neue Spalten und ergossen Lava, damit hörte der Ausbruch auf. Schon vom Anfange des Jahres 1755 an zeigten sich auf dem Krater des Aetna Rauch und Flammen, die gegen die Mitte des Februar hin sich vermehrten, wo auch unterirdisches Brüllen und dann und wann Krachen gehört wurde. Am 2. März stieg eine ungeheure, schwarze Rauchsäule empor und noch an demselben Tage flossen über den Krater zwei Lavaströme. Am 6. erneuerte sich das Auswerfen von Rauch, Asche und Sand aus dem Krater. Nach einiger Ruhe öffnete am 9. sich die Seite des Berges und es ergoss sich aus der entstandenen Spalte ein Lavastrom. Am 15. März erlosch diese Entzündung; aber nachher erfolgten doch noch von Zeit zu Zeit kleine Auswürfe aus dem Krater. — In der Mitte des Juni 1787 gleichzeitige Eruption des Vesuv und Aetna. Die letztere dauerte bis in den folgenden Monat fort und war am 18. Juli, wo die Lava über den Rand des Kraters floss am heftigsten. An dem-

selben Tage fanden auch einige leichte Erdstösse vor einer Eruption des Vesuv an diesem Berge statt. Dieselbe Erscheinung, dass beide Vulkane gleichzeitig auswarfen, erfolgte wieder vom 15. bis 24. December (1787). Am 24. Juni hatte auch der Vulkan von Bourbon einen Ausbruch. — Am 6. April 1759 Eruption des Vesuv. Anfang April desselben Jahres starke Eruption des Aetna, die bis in den August dauerte. — In den ersten Tagen des August 1838 bei schwachen Erdstössen zu Neapel starke Eruptionen des Aetna und Vesuv. — Im September 1857 gleichzeitige Eruption des Vesuv und des Aetna; auch der Stromboli, der beinahe erloschen war, begann in diesem Monate wieder seine gewöhnliche Thätigkeit.

Vergleichen wir die Thätigkeit der Vulkane der liparischen Inseln mit derjenigen der beiden obengenannten Vulkane, so finden wir, dass dieselbe sich mehr an die des Aetna als an jene des Vesuv anzuschliessen scheint, obwohl von einem gemeinschaftlichen Heerde beider in dem Sinne zweier communicirender Röhren, bei der geringen Höhe des Stromboli und Vulcano im Verhältniss zu der des Aetna nicht wohl die Rede sein kann. Unter 20 Eruptionen auf den liparischen Inseln (Vulcano, Vulcanello und unbestimmte Angaben) standen 6 isolirt da (200 v. Chr., 144 n. Chr., 1626, 1550, 1731, 1739), d. h. ohne gleichzeitige Eruption mit dem Vesuv oder Aetna, wenigstens in demselben Jahre, 4 fielen in Jahre, wo beide Vulkane thätig waren (1643? 1775, 1822, 1857), 7 in Jahre, in welchen der Aetna allein Ausbrüche machte (130 oder 131 v. Chr., 1444, 1651, 1669, 1732, 1736, 1780); 2 fallen mit der Thätigkeit des Vesuv (1771, 1786) und eine mit der Insel Ischia (95 oder 94 v. Chr.) in ein Jahr.

Für einen Zusammenhang der Eruptionen der liparischen Inseln mit denen des Aetna sprechen auch folgende Erscheinungen: Vor dem grossen Ausbruche des Aetna im Jahre 1669 war der Himmel 18 Tage lang beständig bedeckt; unaufhörliche, furchtbare Gewitter wechselten mit Erdstössen; Wolken von Asche, mit Blitzen, welche aus dem Berge kamen, untermischt, stiegen nach den oberen Wolken, aus welchen sich auch Blitze nach dem Berg herab ergossen, empor, und dieser furchtbare Kampf dauerte 2 Monate, ohne dass noch eine Spur von Lavaergiessung bemerkt worden wäre. Es wurde jetzt der Donner im Inneren des Berges und mit ihm das Erdbeben furchtbarer und der Stromboli und Vulcano zeigten sich in heftiger innerer Bewegung. Endlich am 11. März öffnete sich an einem Orte, wo man es nicht vermuthet, nur eine halbe Miglie von Nicolosi eine neue Bocca etc. — Vom Ende des April 1780 an hatte der Aetna angefangen grosse Massen von Rauch mit Feuer vermischt aus dem Krater auszustossen, über welchen zuweilen auch etwas Lava geflossen war. Bald darauf nahm dieses Auswerfen und Ueberfliessen sehr zu, und jedem Ausstossen gingen die heftigsten Detonationen, das stärkste Brüllen mit lebhaften Erdstössen voraus. Die letzteren trafen am stärksten die Gegend zwischen dem Aetna und dem Vorgebirge Peloro, Calabrien gegenüber. Bei Ali und Fiume di Niso, der

Mitte dieser Gegend, waren sie so stark, dass man glaubte, es könne in jedem Augenblicke dort ein neuer Vulkan aufbrechen. Die Bewegungen erstreckten sich sogar weiter, als über Sicilien, indem die nächste der liparischen Inseln, Vulcano unter heftigem Brüllen dicke Rauchwolken ausstiess. Endlich am 18. Mai entstand ohne vorhergehenden Lärmen eine grosse, 7 Miglien lange lavaergiessende Spalte und erst gegen Ende des Monats kamen sowohl der Aetna als der Berg auf der Insel Vulcano zur Ruhe, während Messina noch fast den ganzen Sommer hindurch von Erderschütterungen litt. — Am 6. September 1857 machte der Aetna einen sehr starken Aschenregen und zu derselben Zeit nahm der Stromboli, den man beinahe erloschen glaubte, seine gewöhnliche Thätigkeit wieder auf, während der Vesuv während dieser Zeit gerade eine 35tägige Pause mit dem Auswerfen von Lava machte; derselbe begann damit erst wieder mit dem 21. September, an welchem der Aetna auch wieder wie oben bemerkt, in Thätigkeit war. — Die beiden Eruptionen der Insel Ferdinandea fallen dagegen mit der Thätigkeit des Vesuv zusammen, ja eine sogar auf denselben Tag. Am 16. Februar 1832 nämlich fand um 4 Uhr Morgens ein leichter Erdstoss zu Sciacca auf Sicilien statt, bei welchem man zugleich Dampf aus dem Meere aufsteigen sah und zwar in der Gegend, wo im Juli des vorhergegangenen Jahres die neue, wieder zerstörte Insel entstanden war. (Nach Berichten von Prevost an Cuvier mitgetheilt, siehe Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde, No. 719. Bd. XXXIII, No. 15. S. 231). An demselben Tage begann der seit Anfang des Jahres unthätig gebliebene Vesuv wieder Rauch auszustossen; am 20. warf er heftig Steine aus etc., auch brach an diesem Tage ein Lavastrom hervor, der erst zu Ende des Monats zu fliessen aufhörte. Am 16. Februar fanden auch einige leichte Erdstösse zu Pozzuoli statt. — Merkwürdigerweise fand gerade 200 Jahre früher ein ganz ähnliches Ereigniss statt. Mitte Februar 1632 fand nämlich nach Perrey a. a. O. S. 22 (cit. Mercure français 1632 S. 478) unter starken Erdbeben eine Repetition der furchtbaren Eruption vom 16. Decbr. 1631 am Vesuv statt und in demselben Jahre bildete sich im Meere von Sicilien eine neue Insel. Von Interesse dürfte es auch sein, auf die schon oben bei der Schilderung des Jahres 1822 angeführte submarine Eruption bei Marsala zu verweisen, welche sich gleichzeitig mit den furchtbaren Eruptionen des Vesuv in diesem Jahre ereignete. Ebenso fanden im Juni 1845 wieder zahlreiche Eruptionen des Vesuv statt und am 18. Juni desselben Jahres eine vulkanische Eruption im mittelländischen Meere auf 36° 40′ 56″ n. Br. und 13° 44′ 36″ L. (v. Gr.?) beobachtet durch das englische Schiff Victory (Jour. des Deb. vom 7. Juli 1845). — Wollte man nach dieser Gleichzeitigkeit der Eruptionen des Vesuv mit südsicilianischen Vulkanen und derjenigen des Aetna mit den liparischen Inseln anderseits, die allerdings auch zufällig sein kann, einen unterirdischen Zusammenhang constatiren, so könnte dies wohl nur geschehen, wenn man

vielleicht eine seicht muldenförmige Lagerung zweier übereinander liegender Heerde annähme.

Ein gleiches Verhältniss abwechselnder Thätigkeit, wie zwischen Vesuv und Aetna, zeigt sich, wenn wir die Thätigkeit der italienischen Vulkane zusammengenommen, mit der des griechischen Archipels vergleichen. Von 30 Eruptionen, die sich in letzterem ereigneten, fällt nur eine einzige mit der eines italienischen Vulkans (des Vesuv) zusammen, wohl aber lösen sie sich einander ab. Am 20. Mai 1704 begann nämlich der Vesuv eine Eruption, die bis zum 23. Juli 1706 dauerte. Am 28. Juli 1707 trat ein neues heftiges Auswerfen desselben ein, das bis zum 18. August fortsetzte. Am 23. Mai 1707 begannen die Ausbrüche bei Santorin, die sich stark am 16. Juli, 31. Juli, 22. August etc. bis zum Jahre 1712 wiederholten. Während dieser ganzen Zeit waren die sämmtlichen italienischen Vulkane ruhig und der Vesuv begann erst nach dem Schlusse dieser fünfjährigen Periode wieder am 5. Febr. 1712 eine äusserst starke Thätigkeit, die sich bis zum 30. Juni 1714 verlängerte. Ein gleiches Beispiel bietet der Aetna dar; derselbe kam von dem grossen Ausbruche von 1634 erst im Jahre 1638 völlig zur Ruhe, nachdem die Bewegungen in demselben seit dem Jahre 1603 eigentlich nie ganz aufgehört hatten. Im Jahre 1637 erfolgte dann aber wieder nach sehr langer Pause ein submariner Ausbruch bei Santorin.

Von gleichzeitigen Eruptionen griechischer Vulkane unter sich kann nicht wohl die Rede sein, da sich die dortigen Ausbrüche fast lediglich auf den Krater von Santorin beschränken. Man könnte höchstens 2 vulkanische Erscheinungen in dem Jahre 1457 hierher zählen. Dagegen dürfte noch ein eigenthümliches Zusammentreffen einer Hebung bei Santa Maura mit einer Eruption des Vesuv erwähnenswerth sein. Am 16. Januar 1820 fand nämlich eine Eruption des Vesuv statt, welche sich am 23. Februar stark erneuerte; an letzterem Tage auch Abends 11 Uhr 30 Min. ein Erdstoss zu Chiatimone. Vom 15. Februar bis Ende April desselben Jahres war der Boden der Insel Santa Maura (jonische Inseln) in beständigen Oscillationen begriffen. Jedoch war die Erschütterung am 21. Februar am stärksten, bei welcher die neue Insel Lauderdale's Rock gehoben wurde. — Am 22. Februar um 8 Uhr 30 Minuten Morgens trat zu Glasgow in Schottland plötzlich Thauwetter ein, welchem drei von Nord nach Süd gerichtete Erdstösse folgten. Eine eigenthümliche Unruhe ward in demselben Augenblicke in dem Wasser des Hafens wahrgenommen.

Fast in keinem Lande, höchstens Chile ausgenommen, wird es aber durch gleichzeitige Eruptionen weit entfernter Vulkane so überzeugend dargethan, dass dieselben von einem gemeinsamen Heerde ausgehen und dass die Vulkane nur einzelne Oeffnungen auf langen Spalten sind, als in Island. Die hierher gehörigen wichtigsten Beispiele von simultanen Eruptionen sind folgende:

Im Jahre 1219 stiegen im Meere beim Nes—Hreppur auf der Halb-

insel des Snaefellsjökull Feuersäulen auf und Lavaklippen, die man vorher nicht bemerkt hatte, erhoben sich über den Wasserspiegel. In demselben Jahre Eruption im Meere beim Vorgebirge Reykjanes.

Im Jahre 1222 Eruption der Hekla und von diesem Jahre bis 1226 fortwährende Eruptionen im Meere bei Reykjanes, darunter vier Hauptausbrüche.

Am 13. Juli 1300 Eruption der Hekla; eine der grössten, die dieser Berg je gehabt hat. Dieselbe war seit dem Jahre 1294 fast immer thätig gewesen. Auch dieser Ausbruch dauerte 12 Monate hindurch. Zugleich, wenigstens in demselben Jahre Ausbrüche des Jökulls von Thorsmark in Skaptefells-Syssel, welche sich bis gegen das Jahr 1350 öfters erneuerten.

Im Jahre 1340 vulkanische Ausbrüche durch fast ganz Island. Im südlichen Theile Ausbruch der Hekla, durch besonders starke Aschenregen ausgezeichnet und des Oeräfa-jökull und zwar desjenigen Gletschertheils der Knappur heisst; dann im Meere bei Reykjanes, ferner aus dem Jökull bei Mosfell, die einzig bekannte Eruption dieses Berges, und aus der Herdubreid und der Trölladýngja, wobei unermessliche Lavaströme ergossen wurden. Die vier zuletzt genannten Puncte liegen in einer die Insel von SW nach NO durchschneidenden Linie. Auch verweist eine Linie durch den Knappur und die Hekla gelegt direct auf den Eisberg bei Mosfell, wo wohl eine Kreuzung der Spalten stattgefunden haben mag.

Im Jahre 1362 Eruption des Abhangs Knappur am Oeräfa-Jökull. Bei diesem Ausbruche rutschte ein Theil, ein sogenannter Falljökull, des Jökulls unter furchtbarem Getöse nach dem Strande hin auf die Ebene Knappavalla-Sandur, wo er zerbarst und die ganze Gegend mit Eisklumpen, Sand- und Aschenwolken und Felsstücken überschüttete. In diesem Jahre sollen an sechs verschiedenen Stellen, deren Namen aber nicht erhalten sind, vulkanische Ausbrüche stattgefunden haben.

Am St. Jakobitage 1510 Eruption der Hekla; in demselben Jahre Ausbrüche der Herdubreid und der Trölladýngja. Alle drei liegen in einer Linie von SW nach NO.

Im Jahre 1583 submarine Eruption beim Cap Reykjanes. Es wurden dadurch einige kleine Felseninseln gebildet, die nachher wieder verschwanden. Die Hekla stösst zugleich Dampf und Flammen aus.

Am 2. September 1625 Eruption der Kötlugjá; in demselben Jahre Ausbruch der Hekla.

Im Jahre 1716 stiegen Rauchwolken und glühende Aschen aus den Eisbergen Hof's- und Balljökull und aus den nahgelegenen süssen See'n auf, welche man mit dem Namen Grimsvötn bezeichnet; in der öden Umgegend richteten die Sand- und Bimssteinauswürfe keinen Schaden an.

Am 17. Mai 1724 Eruption der bis dahin als Vulkan nicht bekannten Krafla am Mückensee. Der Berg blieb mit wiederholten Ausbrüchen in

Bewegung bis zum Jahre 1730. Von Ostern 1725 an erlitt unter heftigen Erderschütterungen der nördliche Theil des Skeidararjökull, westlich vom Oeräfajökull gelegen, furchtbare Feuer- und Wasserausbrüche. Am 11. Juni desselben Jahres Eruption des Leirhnukur in der Nähe des Mückensee's, die sich bis zum Jahre 1729 mehrmals wiederholte. Zugleich erfolgte ein Ausbruch in der Ebene Hitaholl in der Nachbarschaft; sie war bis dahin eine grasreiche Trift gewesen, aber in diesem Jahre spaltete sich der Boden an mehreren Stellen und Lavaströme und dichte Wolken von schwefligen Dämpfen drangen aus derselben hervor. In demselben Jahre (1725) noch Eruption der Ebene Bjarnaflag in derselben Gegend; unter den stärksten Erdbeben zerriss am 19. April an mehreren Stellen der Erdboden und aus den Spalten, von denen eine über zwei (dänische) Meilen lang ist, wurden Massen von glühenden Steinen und Aschen ausgeschleudert.

Von Pfingsten 1727 an Eruption des Skeidararjökull. Am 3. August desselben Jahres vernahm man heftige Erdstösse im Myrdalur; unter lautem Krachen öffnete sich am 4. der Berg und zwei gewaltige Wasserströme drangen aus demselben hervor, diese schrecklichen Phänomene wiederholten sich bis in den Juni 1728.

Am 7. August Eruption des Oeräfajökull, welche bis zum April des nächsten Jahres Tag und Nacht fortdauerte. Am 21. August verwüstender Ausbruch des Leirhnukur. In demselben Jahre (1727) fand auch der Anfang eines grossen Ausbruchs des Vulkans von Kliutschewsk auf Kamtschatka statt, der bis zum Jahre 1731 andauerte.

Am 18. April 1728 Eruption im Thale Horsadalur in der Umgebung des Mückensee's; das Thal wurde durch die Lavaströme fast ganz ausgefüllt. An demselben Tage erfolgte noch ein Ausbruch in der Ebene Bjarnaflag, ein sehr starker Ausbruch des Leirhnukur und in derselben Gegend einer am Reykjahlidar-Soettur. Aus der zerborstenen Erde ergossen sich mächtige Lavaströme über die bis dahin fruchtbare Ebene; Massen von Bimsstein, Sand und Aschen drangen aus den verschiedenen Spalten hervor und verödeten die ganze Gegend bis auf 4 (dänische) Meilen in der Länge und 1½ Meilen in der Breite. Die Ausbrüche dauerten bis zum 30. Januar 1729. Kurze Zeit vor diesen Eruptionen war eine sehr schwache Eruption der Hekla und ein stärkerer Ausbruch des Sidujökull oder nördlichen Skeidararjökull erfolgt. Gleichzeitig mit dieser auffälligen Häufung von Eruptionen in Island trat auch eine längere Periode der Thätigkeit am Vesuv auf. Derselbe hatte Eruptionen vom 25. Juni bis 8. Juli 1723, vom 12. bis 19. Sept. 1724, vom 16. Jan. bis Juli 1725, vom 10. April bis Dec. 1726 und vom 26. Juli 1727 bis in das Jahr 1728. Umgekehrt verhielt sich der Aetna. Derselbe stiess von den ersten Tagen des November 1723 an unter furchtbaren Detonationen eine ungeheure Rauchsäule aus. Den 23. floss ein Lavastrom über den Kraterrand und ergoss sich in die Gegend von Bronte und Mirto, wo er ein Gehölz, li Vituli genannt, zerstörte. Er erstreckte sich auf 8 Mi-

glien Länge. Am 10. Mai des folgenden Jahres hörte das Fliessen auf, während nun vom 17. Mai an die sechsjährige Periode der Thätigkeit in Island begann. Merkwürdig ist auch, dass kurz vor der isländischen Periode die Azoren eine dreijährige starke Thätigkeit entwickelten (1718—1720), während gleich nach dem Schluss derselben die canarischen Inseln (Lanzerote 1730—1736) ihre furchtbaren 7 Jahre lang dauernden Eruptionen begannen. Auch der Anfang der fortwährenden Thätigkeit des Sangay in Quito, so wie eine Eruption des Antisana fällt in den Schluss der isländischen Eruptionsperiode (1728).

Am 3. April 1766 furchtbarer Ausbruch der Hekla (nach v. Hoff p. 14 soll auch die Krafla zugleich einen Ausbruch gemacht haben), der binnen 8 Stunden einen ungeheuern Schaden verursachte. Der Berg brannte bis zum 5. Juli an 24 Tagen, darunter am heftigsten am 1. Mai. Alle diese Ausbrüche waren von starken Erdbeben und einem erstaunlichen Donnern und Krachen begleitet. Am 9. April ereignete sich wieder ein Hauptausbruch; ein Strom glühender Lava drang aus der Seite des Berges und ergoss sich über eine Meile weit gegen SSO; am Abend desselben Tages stiegen nach heftigem Toben im Innern des Berges zwei ungemein hohe Feuersäulen aus den Kratern, welche auch zu gleicher Zeit glühende Felsmassen nach allen Richtungen hin ausspieen. Die Zahl der Kratere, welche bei dieser Eruption der Hekla thätig waren, betrug vier; aus zweien ergossen sich nur Lavaströme, aus dem dritten drangen siedende Wasserfluthen hervor, aus dem vierten endlich, welcher an Heftigkeit der Ausbrüche die andern übertraf, wurden fast unablässig Sand-, Aschen- und Feuersäulen, sowie die glühenden Felsmassen ausgeschleudert. Am 21. April fand wiederum ein sehr heftiger Ausbruch statt; die Höhe der Aschensäule ward zu 16000 Fuss gemessen. Von dieser Zeit an bis zum Mai schien der Berg zu ruhen; an jenem Tage aber gerieth der Vulkan von neuem in Aufruhr; am 8. Mai wiederholte sich dies, von da an bis zum 18. Mai herrschte jedoch vollständige Stille und schon gaben sich die Umwohner der Hoffnung hin, dass diese schreckensvollen Ereignisse ihr Ende erreicht hätten, als am 18. Mai wieder ein sehr starker Ausbruch stattfand. Ja am 23. Mai bildete sich noch ein neuer fünfter Krater, welcher Bimsstein und Säulen feuriger Asche auswarf; an diesem Tage spritzte der dritte Krater grosse Wassermassen, Springbrunnen gleich, hoch zu den Wolken empor. Am 31. Mai, 1., 8., 14., 17. und 20. Juni wiederholten sich diese Phänomene, die von unaufhörlichem heftigen Toben und Krachen begleitet wurden, welches dem Innern des Berges entstammte. Dann beruhigte sich der Vulkan allmählich. — Ziemlich gleichzeitig mit diesem furchtbaren Ausbruche nämlich vom 28. März bis zum April fand auch ein Ausbruch des Vesuv statt. Anfangs floss die Lava nur aus dem oberen Krater; an einem der folgenden Tage aber brach der Berg an der Seite von Torre del'Annunciata auf und die entstandene Spalte ergoss ebenfalls einen Lavastrom. Der Berg blieb nach diesem Ausbruche eine lange Zeit unruhig und kleine

Ausbrüche wiederholten sich bis zum 10. December. — Am 26. April heftige Erdstösse an der Südseite des Aetna, die in der folgenden Nacht besonders zu Nicolosi sehr beunruhigend wurden. Am 27., nach einem äusserst heftigen Stosse entstand eine Spalte 5 Miglien über Nicolosi, welche unter fürchterlichem Getöse erst Rauchwolken mit Sand und dann Lavaströme ausstiess. Ueber diesem Schlunde öffneten sich noch einige andere, genau in Einer Linie, die ebenfalls Lava ausgossen, welche sich mit dem ersten Strome vereinigte. Dann öffnete sich 6 Miglien tiefer noch ein Spalt, der aber nur Rauch und Sand auswarf. Gegen das Ende des Mai sprang die erhärtete Rinde der Lava an mehreren Stellen auf und stiess Rauch aus. Dann nach kurzer Ruhe begann die Bewegung mit erneuerter Stärke. Zu Anfang des Juni nach einer heftigen Erschütterung erfolgte Ausstossen von Rauch und Flammen aus dem obersten Krater, der bei dem vorigen Ausbruche ruhig geblieben war. Erst im November hörte alle Bewegung auf.

Ist dieses merkwürdige Zusammentreffen von Eruptionen isländischer und italienischer Vulkane nur ein blosser Zufall, ist dasselbe kosmischen Einflüssen zuzuschreiben, welche gleichzeitig auf jedes Vulkangebiet gesondert wirkten, oder hat dasselbe seinen Grund in einer unterirdischen Verbindung der geschmolzenen Massen? Es ist um so merkwürdiger, als das Jahr 1766, wie oben angeführt, einen Wendepunct in der Sonnenfleckenperiode, ein Minimaljahr von Sonnenflecken bildet und sich auch durch zahlreiche andere aussergewöhnliche Naturerscheinungen auszeichnet. So fand am 14. Mai noch ein starker vulkanischer Ausbruch auf der Insel Bourbon statt; ferner im April Erdstösse auf der westindischen Insel la Grenade, einige Wochen nachher in Constantinopel, dann in Jamaica, später in Briançon; im Juli hatte der Albay auf Luzon seinen furchtbaren Ausbruch; im August spürte man Erderschütterungen um Wien; es kamen Erdbeben und Orkane auf Martinique, ein vulkanischer Ausbruch auf Santa Lucia (Antillen), ein grosses Erdbeben im Kaukasus, im October Erdbeben und Orkane auf der westindischen Insel St. Eustache, namentlich aber am 21. October das furchtbare Erdbeben, welches Cumana (Neu-Granada) zerstörte und zugleich die Insel Trinidad traf. Die Erschütterung erfolgte zu gleicher Zeit zu Caraccas, Maracaibo, auf den Ufern des Casanare, des Meta, des Orinoco und des Ventuario. In der Mission von Encaramado war die Erschütterung von starken Detonationen begleitet. An dem Berge Paurari erfolgten Einstürze und bei dem Felsen Aravacoto versank eine Insel im Orinoco. Im Meere bei Cariaco soll der Boden gehoben worden sein, denn die Punta Delgada vergrösserte sich und im Rio Guarapiche kam eine Klippe über das Wasser. Beinahe vollständig gleichzeitig mit diesem furchtbaren Ereignisse hatte der Vulkan Albay auf Luzon eine starke Repetition seines Ausbruchs; am 23. October nämlich erhob sich auf der Insel Luzon ein furchtbarer Orkan, bei welchem die Wolken in der höhern Region von Ost nach West, in der nie-

dern von West nach Ost gewirbelt wurden, wobei ein wolkenbruchartiger Regen fiel; zuletzt erhob sich ein Südwind ohne Regen. Bald darauf brachen plötzlich Wasserströme aus dem Berge hervor, von denen der eine 30 Ellen breit war und welche durch die Sand- und Schlammmassen, die sie mit sich führten, entsetzliche Verheerungen anrichteten. Auf derselben Insel aber in der Provinz Taal, verschwand plötzlich ein Berg und es trat ein See an seine Stelle, aus dessen Mitte Feuer hervorbrach etc.

Im Jahre 1783 Entstehung der Insel Nyöe (neue Insel) bei Island. Zu Anfang des Monats Mai fand in einer Entfernung von 15 Meilen vom Cap Reykjanes ein vulkanischer Ausbruch statt; eine so unermessliche Menge Bimstein ward ausgeworfen, dass das Meer 40 Meilen weit davon bedeckt war und die Schiffe in ihrem Laufe gehindert wurden. Eine neue Insel entstand, aus hohen Bergklippen gebildet, in deren Mitte das Feuer in gewaltiger Thätigkeit war. Ehe jedoch ein Jahr verflossen, war die Insel wieder in den Schooss des Meeres zurückgesunken. Vom 1—8. Juni desselben Jahres rasch auf einander folgende Erdstösse auf Island, denen dann am 11. Juni der bekannte furchtbare Ausbruch des Skaptar-Jökull folgte, der sich am 18. stark wiederholte*). Der Winter, welcher dem Jahre 1783 voranging, zeichnete sich durch ungewöhnliche Milde und wenig Frost aus, gerade wie der, dem die heftige Eruption der Hekla 1766 folgte. Am Morgen des 9. Juni verfinsterte eine dichte Rauchwolke, welche aus dem Berge aufstieg, die ganze Luft. Laute unterirdische Knalle, feurige Wolken, leuchtende Blitze folgten nun rasch auf einander. Die Hitze, welche im Innern des Vulkans wüthete, schmolz eine unermessliche Menge Eis, wodurch ein heftiges Anschwellen aller Flüsse veranlasst wurde, die in diesem Theile der Insel ihren Ursprung haben. Am 11. brach ein mächtiger Lavastrom aus dem Berge und nahm beim Weiterfliessen eine südwestliche Richtung durch das Ulfarsdalur, bis er den Skaptáfluss erreichte, wo ein heftiger Kampf zwischen den beiden Elementen entbrannte, begleitet von der Entwickelung einer erstaunlichen Menge dichten Dampfes; aber endlich neigte sich der Sieg auf die Seite des Feuerstromes und indem er sich einen Weg quer durch das Bette des Flusses bahnte, trocknete er diesen in weniger als 24 Stunden vollständig aus, so dass man am 12. in niedern Gegenden hier und da trocknen Fusses durch die Skaptá gehen konnte. Die geschmolzene Lava sammelte sich hier in dem Flussbett, welches in senkrechte Felsen eingeschnitten ist und an manchen Stellen 4—600 Fuss Tiefe und nur 200 Fuss Breite hat und füllte es in einem Tage gänzlich bis an den Rand an, so dass die gegenüberstehenden Berge nunmehr zu einer Ebene verbunden waren und der Feuerstrom an den niedrigeren Uferstellen noch weit über die Ebene sich ausbreitete. Dem Verlaufe des Flussbettes mit reissender Schnelligkeit folgend wälzte sich

*) Preyer und Zirkel: Reise nach Island. pag. 462.

die furchtbare, glühendrothe Masse auf die Gehöfte an beiden Seiten zu und zertörte sie vollständig. Am Abend des 11. Juni war er bis nach Asar vorgedrungen, wo er augenblicklich die Häuser, Wiesen und Weiden verbrannte. Donner, Blitz und Erdbeben hatten noch nichts von ihrer Heftigkeit verloren; die Ohrenzeugen berichten von dem Gebrüll des Berges, welches sie mit dem eines ungeheuren Kessels verglichen, in dem eine flüssige Masse im heftigsten Kochen begriffen ist, oder dem Geräusch einer grossen Anzahl Blasebälge, die mit betäubender Macht in einen glühenden Ofen blasen. Dicht vor den Weideplätzen von Medalland wurde die brennende Fluth durch einen grossen und tiefen Abgrund im Bette der Skaptá aufgehalten, in welchen sie mit schrecklichem Getöse hineinstürzte. Als die Ausfüllung der Spalte beendigt war, stauete sich die Lava, deren Masse durch fortwährende Ergüsse immer mehr anschwoll, an den steilen Ufern des Flussbettes zu einer bedeutenden Höhe auf. In der Nacht von dem 14. auf den 15. überschwemmte ihr westlicher Rand das Gehöfte Nes, welches sie mit allen Holzlanden und Wiesen gänzlich verzehrte. Der Hauptstrom wurde nun mehr nach Osten gelenkt. Fortwährend aber entflossen neue Ströme dem Krater, welche in die unterirdischen Höhlenräume der früheren theilweise erkalteten Lavafluthen sich ergossen, und während ihres Verlaufs unter der erhärteten Rinde her, zerbarst die Oberfläche, die den Dämpfen keinen Ausweg gestattete und mit donnerndem Geräusch wurden manche Schollen zu einer Höhe von 180 Fuss in die Luft geschleudert. Am 19. theilte sich die Lava in zwei Ströme, wovon der eine seine Richtung nach Süden nahm, die Ufer des Flusses Melkvisl überströmte und in der Ebene einen Feuersee von mehreren Meilen im Umfange bildere; der andere östliche stürzte mit unglaublicher Gewalt bis gegen den Skalarfjall hin, wo Berge sein weiteres Vordringen hinderten; die Lava dämmte sich hier hoch auf, wie ein Bach durch Schleussen aufgestauet wird und floss zurück in die niedrigen Gegenden. Vom 20. Juni bis zum 13. Juli fanden in einzelnen Zwischenräumen wiederholte Ausbrüche statt und die Lavamasse, welche mit verdoppelter Wuth aus dem Krater hervorbrach, wuchs immer mehr an; gleichfalls die Zahl der verwüsteten Höfe, Weiden und Felder von wildem Korn; einer der östlichen Zweige folgte während einiger Tage dem Bette der Skaptá, hemmte vollständig den Lauf des Flusses Fjadra und stürzte von einer ausserordentlich hohen steilen Felswand, an der sonst ein Wasserfall, Stapafoss herabschäumte, als glühende Feuercascade in die Tiefe, wo er den Abgrund, welchen dieser Wasserfall im Laufe von Jahrhunderten ausgehöhlt hatte, gänzlich ausfüllte. Während die Gemeinden von Skaptártúnga, Medalland, Landbrot und Sida durch diese schrecklichen Ereignisse heimgesucht wurden, priesen die Einwohner von Fljotshverfi sich glücklich, dass sie nur die Verwüstung der Vegetation durch den Regen von rothglühenden Lavabrocken und Aschen, sowie die Schwängerung der Luft und des Wassers mit schädlichen Stoffen zu beklagen hatten.

Zwar waren sie zweimal in eine fast vollständige Finsterniss eingehüllt worden, vorzüglich am 23. Juni, so dass es beinahe unmöglich war, zur Mittagszeit die eignen Hände zu sehen; allein sie lebten der Hoffnung, dass die Lavaquellen bald versiegt sein und der verheerende Feuerstrom die Richtung, die er ursprünglich angenommen, nicht verändern würde. Doch am dritten August wurden sie durch den Anblick von mächtigen Dampfwolken in Schrecken gesetzt, welche aus dem Fluss Hverfisfljot aufstiegen; und als das siedend heisse Wasser endlich ganz austrocknete, begannen sie zu ahnen, dass demselben Schicksal, welches die westlichen Kirchspiele betroffen, auch sie nicht entrinnen würden. Die Lava, welche genöthigt war, einen neuen Lauf anzunehmen, ergoss sich in jenen Strom, und die brennende Fluth lief jetzt das abschüssige Bett desselben hinab. Nachdem sie dasselbe bis zum Rande ausgefüllt hatte, überschwemmte sie die ausgedehnten Niederungen auf beiden Seiten und gegen Abend des 9ten hatte sie sich innerhalb weniger Stunden bis zu einer Entfernung von 1½ Meilen auf der Ebene ausgebreitet und auf ihrem Wege die Meierhöfe Eystradalur und Thverardalur zerstört, deren Gebäude, Wiesen und Weiden nunmehr so vollständig verschüttet sind, dass man die Stelle nicht mehr aufzufinden vermag, wo sie ehemals gestanden haben. Dieser Zweig der Lava hörte gegen Ende August auf, die niedrige Gegend zu überfluthen, doch drangen auch noch später abwechselnd Feuerströme aus dem Vulkan; erst nach und nach beruhigte er sich und nur ganz allmählich endigten alle diese schrecklichen Phänomene. Bis zum Ende dieses Jahres sah man Rauchsäulen an allen Stellen aus der Lava emporwirbeln und mehrere Jahre nach dem Ausbruch war diese noch nicht vollständig erstarrt. Die grösste Länge der Lavaströme vom Vulkan an der Skaptá vorbei bis nach Hnausar im Medalland beträgt 10—11 dänische Meilen, ihre grösste Breite in den Niederungen 3 Meilen; der Zweig, welcher dem Hverfisfljot nachfloss, ist 9 Meilen lang und 2 Meilen breit; obgleich die Lava sich an einzelnen Stellen zwischen Felsen 5—600 Fuss hoch aufgethürmt hatte, so kann man ihre mittlere Höhe in den ebenen Gegenden nicht viel über 20 Fuss ansetzen.

Fast gleichzeitig mit diesem schrecklichsten Ausbruche, den die Geschichte des Vulkanismus kennt, ereignete sich ein nicht weniger entsetzlicher auf der japanischen Insel Nipon. Vom 27. Juli an hatten während heftiger Orkane starke Erderschütterungen stattgefunden. Am 4. August (nach Landgrebe am 1. August) brachen Flammen aus dem Asama-yama hervor, dem centralsten aller thätigen Vulkane im Innern des Landes. Derselbe liegt 20 geographische Meilen von der südsüdöstlichen und 13 Meilen von der nordnordwestlichen Küste entfernt, im Districte Saku, Provinz Sinano, auf 36° 22′ n. Br. und 136° 18′ L. Es wurde dabei eine so ungeheure Menge von Sand und Steinen ausgeschleudert, dass man sich selbst am Tage in völlige Finsterniss eingehüllt fand. Die Bewohner der umliegenden Ortschaften sahen sich zur schleunigsten Flucht genöthigt, doch überall brach der Boden unter ihren

Füssen auf, Flammen schlugen aus den Oeffnungen derselben empor, verbrannten die Dörfer und zogen die fliehenden Menschen in den feurigen Abgrund hinein. Bei dieser Katastrophe verschwanden 27 Dörfer von der Oberfläche der Erde. Doch dies war noch nicht das schrecklichste von allem, denn am 10. August traten die oben genannten Erscheinungen noch in furchtbarerer Grösse auf, und der unterirdische Donner rollte so mächtig, dass alle Menschen wie versteinert wurden. Dabei fiel aus der erstickend heissen Luft unaufhörlich ein furchtbarer Regen glühender Steine, von denen die meisten 4—5 Unzen schwer waren, und ihre Menge erschien so ungeheuer, dass sie zu Yasouye 15 Zoll und zu Matsyeda 3 Fuss hoch lagen. Am 14. August wälzte sich von der Höhe des Vulkans ein brennender Schwefelstrom herab, untermengt mit Schlamm, Steinen und grossen Felsblöcken; er erstreckte sich bis in den Fluss Asouma–gawa (Yone–gava bei Klaproth), welcher dadurch aus seinem Ufer trat und alles Land umher unter Wasser setzte. Dabei war die Temperatur seines Wassers bis zum Siedepuncte gesteigert. Ein Gleiches war der Fall mit zwei andern in der Nähe befindlichen Flüssen, dem Yokogawa und Kuru–gawa. Die Zahl der dabei umgekommenen Menschen übersteigt allen Glauben. Bei dieser furchtbaren Eruption bildeten sich über der entstandenen Spalte in einer langen Reihe eine Menge Kegel, die späterhin noch als Flammencanäle fortwirkten und viele Dörfer mit glühendem Gestein überschütteten. — Vier Tage nach diesem letzten Ausbruche, am 18. August, fand auch noch ein kleiner Ausbruch des Vesuv aus dem oberen Krater statt. —

Auch bei diesen merkwürdigen Ausbrüchen ist daran zu erinnern, dass das Jahr 1783, wie die oben angeführte Tabelle besagt, ein äusserst Sonnenfleckenarmes Jahr war, das sich ausserdem noch durch andere ungewöhnliche Naturereignisse, ich will hier nur an das furchtbare Erdbeben von Calabrien, an den eigenthümlichen trockenen Nebel, der während eines grossen Theils des Jahres die Atmosphäre erfüllte, an die zahlreichen Erderschütterungen in fast allen Gegenden, an die heftigen Gewitter und Platzregen im Herbste, an den darauf folgenden äusserst strengen Winter in Europa und Amerika und die fürchterlich verheerenden Eisgänge auf allen grossen Strömen zu Anfang des nächsten Jahres erinnern.

Stellen wir die eben angeführten Beispiele gleichzeitiger Eruptionen Islands zusammen, so lassen sich dieselben auf 5 Hauptspalten zurückführen *):

1) Eine in der Breite von einer geographischen Meile genau von Ost nach West streichende Zone vom Breidamerkurjökull über den Oeräfa–

---

*) Bei der Aufstellung dieser Hauptspalten habe ich die ausgezeichnete Karte, welche dem Werke: Reise nach Island von Preyer und Zirkel beigegeben ist, zu Grunde gelegt. Dieselbe weicht allerdings wesentlich bezüglich der Stellung der Vulkane von allen früheren Karten ab.

jökull, Skeidararjökull, Torfajökull, Hekla nach dem submarinen Eruptionspuncte beim Vorgebirge Reykjanes.

2) Eine in der Breite von circa zwei deutschen Meilen von SO nach NW über die Gruppe des Myrdaljökull, die Hekla, Armannsfell und Skjahlbreid, Eldborg nach dem submarinen Eruptionspuncte im Breidafjord streichend. — Dieser Linie ziemlich parallel und nur wenig davon entfernt geht diejenige, welche die Trachyteruptionen von Raudukambar, Laugarfjall, Ok, Falkaklettur, Nordlingafljot und Baula mit einander verbindet. Dieselbe trifft verlängert auf die Faröer und Shetlands-Inseln.

3) Eine in der Breite von einer deutschen Meile von W40° S nach O40° N streichende Zone, welche die Hekla, den Skaptarjökull, Tindafjall, die Trölladyngja und Herdubreid umfasst.

4) Eine dieser vollständig parallele Linie, welche von den heissen Quellen von Krisuvik über den Thingvallavatn, die Geysir, den Blafell, Hofsjökull und Balljökull nach der vulkanischen Gruppe des Mückensee's streicht und sich in die langgezogene Halbinsel Langanes fortsetzt und

5) Endlich eine gerade im Meridiane von Ferro gelegene Linie, welche den Skeidararjökull mit der Trölladyngja und der Vulkangruppe des Mückensee's verbindet.

Die Hekla wird von dreien dieser Linien (No. 1. 2. 3.) geschnitten; sie zeigt die meisten Eruptionen (29). Am Durchschnittspuncte der Linien 4 und 5 liegt die Vulkangruppe des Myavatn oder Mückensee's mit der Krafla, dem Leirhnukur, Hverfjall, den Ebenen Hitaholl, Reykjahlid und Horsadalur mit 21 Eruptionen, am Durchschnittspuncte der Linien 1 und 5 der Skeidararjökull (5 Eruptionen), der Linien 3 und 5 die Trölladyngja (6 Eruptionen) und der Linien 2 und 4 die höchst merkwürdige Almannagja zwischen den Nordwestufern des Thingvallavatn und dem Armannsfell.

Von einem Antagonismus der Eruptionen isländischer Vulkane, z. B. etwa zwischen denen im Süden und denen im Norden, ist nichts zu bemerken. Die letzteren beginnen ihre historische Wirksamkeit überhaupt erst mit der furchtbaren Periode von 1724—1730, während welcher auch mehrere Vulkane an der Südküste thätig waren, und haben seit dieser Zeit nur 3 mal wieder Eruptionen gehabt, nämlich der Hverfjall von 1748—1752, die Krafla eine zweifelhafte im Jahre 1766, und eine Eruption im Jahre 1862, von der nur ganz im Allgemeinen bemerkt wurde, dass sie im Norden Islands stattgefunden habe. Fasst man den Antagonismus als eine Reihenfolge von schnell aufeinander folgenden Eruptionen verschiedener Vulkane auf, so könnte man höchstens folgendes Beispiel hieher rechnen; dem ich aber keinen grossen Werth beilegen möchte: Vom Jahre 1748—1752 erlitt der Hverfjall einen ausgezeichneten Eruptionskegel von Palagonittuff, nördlich von der Krafla, zwischen den Schwefelbergen und Vogar fortwährend sehr heftige Ausbrüche. Im Jahre 1753 fand eine Eruption des Sidujökull oder nördlichen Skeidararjökull statt; im Jahre 1754 ereigneten sich einige ziem-

lich unbedeutende und unschädliche Ausbrüche in den Lavafeldern, die auf der Nordseite die Hekla umgeben und vom 17—28. October 1755 dauerte die furchtbare Eruption der Kötlugjá, die sich im Jahre 1756 noch fünfmal erneuerte.

Vergleichen wir die vulkanische Thätigkeit Islands mit derjenigen von Italien, so finden wir, dass ausser den schon in den Jahren 1822, 1728, 1766, 1783 angeführten gleichzeitigen Eruptionen noch in den Jahren 1619, 1660, 1720, 1717, 1724—30, 1748—56, 1785, 1818, 1821, 1822, 1830, 1845 und 1846 und 1860 Vulkane in beiden Ländern in Thätigkeit waren. Dieses Zusammentreffen kann allerdings rein zufällig sein, wie es denn auch einem vermutheten unterirdischen Zusammenhange widerspricht, wenn wir im Jahre 1728 Antagonismus zwischen Island und dem Aetna haben, während im Jahre 1766 Synchronismus stattfindet. Indessen fällt es bei einem Blicke auf die beiderseitigen Eruptionscurven doch auf, dass in denselben Jahren oder wenigstens benachbarten (dem vorhergehenden und nachfolgenden), in welchen wir Eruptionen in Island haben, sich auch starke Anschwellungen in der Curve Italiens zeigen. Es genügt hier auf die schon angeführten Jahre 1631—35, 1666, 1693—94, 1718—30, 1748—56, 1766—67, 1783—84, 1845—46 etc. zu verweisen. Auch dürften die Jahre 1755 und 1783 besonders zu berücksichtigen sein, wo ziemlich gleichzeitig mit furchtbaren Eruptionen in Island die Erdbeben von Lissabon und Calabrien stattfanden. Den Folgerungen, welche man aus diesem Zusammentreffen ziehen könnte, steht allerdings der wohlgerechtfertigte Einwurf entgegen, dass während in Island im 13 und 14 Jahrhunderte sich die vulkanische Thätigkeit in so enormer Weise entwickelt zeigte, dieselbe in Italien nur in sehr geringem Maasse auftrat.

Die Eruptionen der azorischen Vulkane lassen auf keinen Zusammenhang mit denen der italienischen schliessen; sie fallen bald in Jahre, in welchen auch italienische Vulkane deren hatten, bald in solche, die keine hatten. Auffällig ist die neueste Eruption vom 25. December 1857 auf 39° 57′ n. Br. und 25° 50′ n. L. v. Gr., theils weil dieselbe mehr nach Osten hin, ausserhalb des Archipels, stattfand, theils weil sie vollständig gleichzeitig mit den furchtbaren Erschütterungen in der Umgebung von Semipalatinsk und den starken Stössen in Kärnthen und Steiermark sich ereignete (8 Tage vorher war das grosse Erdbeben in der Basilicata, eines der heftigsten, welches man in der Geschichte des Vulkanismus kennt). Im Jahre 1761 fand schon ein ganz ähnliches Zusammentreffen statt. Am 31. März dieses Jahres um 12 Uhr Mittags ereignete sich nämlich ein sehr starker Erdstoss zu Lissabon, der stärkste seit dem vom 1. November 1755 und wegen seiner weit verbreiteten Wirkungen nicht weniger merkwürdig. Derselbe wurde sehr heftig auch auf den azorischen Inseln Terceira und Fayal gefühlt und noch 2 Wochen lang nachher wiederholten sich dort die Erschütterungen, bis am 20. April sich drei Schlünde eröffneten und Lavaströme er-

gossen. — Gleichzeitige Eruptionen der Vulkane der Azoren untereinander sind mir nicht bekannt geworden, wohl aber kommen einigemal ziemlich auffällige Beispiele von Antagonismus derselben vor. So entstieg am 20. November 1719 dem Meere zwischen San Miguel und Terceira, aber mehr nach der letztgenannten Insel hin, eine ungeheure Quantität von Rauch, Asche und Bimstein-Fragmenten, von denen die See auf weite Strecken hin bedeckt wurde, während zahllose todte Fische überall auf der Oberfläche des Meeres herumschwammen. Ob bei diesem Ereignisse eine neue Insel sich gebildet habe, ist zweifelhaft, denn während John Robinson, Capitain eines englischen Fahrzeuges das neu entstandene Eiland umschifft haben will, erwähnen andere Nachrichten nichts davon. Darin stimmen sie aber alle überein, dass diese Eruption keine bleibenden Spuren hinterlassen hat. Kurz darauf und zwar gegen Ende des Monats December wurde auf Terceira sowohl, als auf San Miguel ein heftiges Erdbeben verspürt, während dessen die Feuerausbrüche, welche bis zu derselben Zeit dem Vulkane auf der Insel Pico entstiegen, plötzlich aufhörten, bei welchem Vorgange der Feuerberg selbst etwas von seiner frühern Höhe verloren haben soll. Etliche Tage nach diesem Erdbeben erhob sich zwischen den beiden genannten Inseln ein neues Eiland über der Oberfläche des Meeres unter stetem Ausbrechen hoher und dunkler Rauchsäulen. Dasselbe war beinahe kreisrund und so hoch, dass es 7—8 Lieues weit gesehen werden konnte, woraus sich eine Höhe von etwa 350 Fuss ergeben dürfte. Allein schon nach Verlauf zweier Jahre war sie dermassen zusammengesunken, dass sie sich nur noch wenig über den Meeresspiegel erhob und im Jahre 1723 war sie gänzlich verschwunden und man erreichte an der Stelle, welche sie einst eingenommen, mit dem Senkblei den Grund des Meeres erst in einer Tiefe von 80 Brassen. —

Am 1. Mai 1800 erfolgte im nordwestlichen Theile der Insel Pico ein Ausbruch, wobei der Erdboden dem Pico gegenüber unter fürchterlichem Donner aufbrach und sich ein neuer, sehr ansehnlicher Krater bildete. Am folgenden Tage brach eine andere, 150 Fuss im Umfange habende Oeffnung auf, die eine League nördlich von der vorigen entfernt war. In ihrer Mitte bemerkte man viele oft 6 Fuss breite Spalten, die den Boden nach allen Richtungen hin durchzogen. Am 5. Mai aber und in den folgenden Tagen entstanden auf diesem zerklüfteten Terrain 12—15 kleine Krater, denen nach Vellas hin eine grosse Masse von Lava entquoll. Am 11. Mai hörte diese Lava zu fliessen auf; sogleich begannen wieder neue fürchterliche Ausbrüche aus dem ersten grösseren Krater und von der Insel Fayal her erblickte man bis zum 5. Juni einen Feuerstrom, der ununterbrochen an seinem Abhange herunter bis in das Meer sich stürzte, worauf alles wieder ruhig wurde.

Die Eruptionen der canarischen Inseln lassen keinen Zusammenhang untereinander erkennen; eine derselben trifft ziemlich genau mit einer Eruption des Aetna zusammen. Am 13. November 1646 fand

ein Ausbruch eines Vulkans auf der Insel Palma statt (nach andern Angaben am 17. November). Bei dem Orte Tigalete öffnete sich ein neuer Schlund und zugleich zwei andere nahe an der Küste. Die Lava ergoss sich über mehrere der dortigen warmen Quellen und verstopfte sie. Es soll darauf ein grosser Schneefall erfolgt sein und mit demselben der Ausbruch aufgehört haben. Am darauf folgenden 20. November fand ein Seitenausbruch des Aetna statt. Fünf Miglien unter dem Gipfel an dem nordöstlichen Abhange brach der Berg auf und entsendete einen grossen verwüstenden Lavastrom in der Richtung nach Castiglione. Es scheint, dass sich um den aufgebrochenen Schlund der Berg gebildet hat, der jetzt Monte Nero heisst.

Vergleichen wir die Thätigkeit der drei Inselgruppen, der Canarien, Azoren und capverdischen Inseln untereinander, so finden wir einen wohlausgeprägten Antagonismus. Die Eruptionen fallen fast nie zusammen; selbst dann, wenn sie in ein Jahr fallen, lösen sie einander ab. So entzündete sich nach langer Ruhe wieder der Ilho do Fogo auf der capverdischen Insel Fuego, der schon einmal in den Jahren 1680—1713 gleich dem Stromboli ununterbrochen Feuer gab, im Sommer 1798 kurz nach dem letzten Seitenausbruche des Pics von Teneriffa im Krater von Chahorra*). Ferner soll im April 1757 auf der capverdischen Insel Fuego ein bis dahin fortwährend im Ausbruche begriffener Vulkan eingestürzt sein und das Dorf Mosteiros begraben haben**). Am darauf folgenden 9. und 10. Juli aber erschütterten starke Erdbeben die Azoren, namentlich die Inseln Angra und St. George. Mont Formoso versank in das Meer; ebenso die kleine Insel Topt. Dagegen wurden ungefähr 100 Toisen von der Küste von St. George achtzehn neue kleine Inseln aus dem Meere erhoben. Die Azoren entwickelten eine ziemlich bedeutende vulkanische Thätigkeit im 17. Jahrhundert (8 Jahre); im 18. Jahrhunderte nahm dieselbe stark ab (nur 4 Jahre), im 19. aber wieder stark zu (bis zum Jahre 1860 schon 7 Jahre der Thätigkeit). Umgekehrt verhalten sich die Canarien; sie waren im 18. Jahrhunderte stark thätig (12 Jahre), während sie im 17. nur 4 und im 19. Jahrhundert erst 2 Jahre der Thätigkeit haben. Die capverdische Insel Fuego entwickelte ihre stärkste Thätigkeit von 1680—1713, in welchen Jahren sie beinahe ununterbrochen Ausbrüche hatte; im 18. Jahrhundert hatte sie deren nur noch 5 und seit 1799 gar keinen Ausbruch mehr. Bis zum Jahre 1713 liegt also der Schauplatz der grössten Thätigkeit in den capverdischen Inseln; im übrigen 18. Jahrhundert in den Canarien und im 19. Jahrhundert in den Azoren. Wir haben es hier also gewissermassen mit einem Wandern der vulkanischen Thätigkeit von Süd nach Nord zu thun.

---

*) Diesem Beispiele von Antagonismus steht allerdings entgegen, dass der Pic von Teneriffa 1704—1706 während der oben angeführten ununterbrochenen Thätigkeit des Ilho do Fogo auch Eruptionen hatte.

**) v. Hoff. Chronik. pag. 464. citirt Coll. acad. T. VI. S. 646.

Gleichwie in Island, so giebt uns auch die vulkanische Thätigkeit von Kamtschatka ein Zeugniss dafür, dass gleichzeitige Ausbrüche einer gemeinsamen, gleichzeitig wirkenden Ursache ihren Ursprung verdanken. Das merkwürdigste Beispiel dafür liefert uns das Jahr 1737. Als die Kliutschewskaja vom 6.—14. October dieses Jahres im heftigsten Ausbruch begriffen war, brannte auch der Vulkan von Awatscha oder die Gorälaja-Sopka im Spätsommer desselben Jahres entsetzlich und regnete Asche, so dass die Umgegend zwei Zoll hoch damit bedeckt war. Am dritten Tage nach dem Kliutschewsker Ausbruch verspürte man ein höchst intensives Erdbeben. Es begann um 3 Uhr Morgens auf der gesammten Ostküste zwischen dem Awatscha und dem Vorgebirge Lopatka; von welchem aus es sich auch noch bis auf die kurilischen Inseln verbreitete. In der ersten Viertelstunde ward die Erdfeste so heftig erschüttert, dass selbst die niedrigen Balkenhütten einstürzten. Dann aber hob sich plötzlich auch das Meer 21 englische Fuss hoch über seine Gestade. Dieses Steigen der Wassermasse schien zu einer einfachen Welle zu gehören, denn es folgte sogleich ein ebenso starkes Sinken derselben unter ihre mittlere Oberfläche. Bald darauf aber bemerkte man zugleich mit einem Erzittern des Landes eine zweite Anschwellung des Meeres, die an der Küste wiederum 21 englische Fuss betrug und sich dennoch in ein bei weitem tieferes Sinken verlief. Das Wasser trat so weit zurück, dass es an manchen Stellen von dem gewöhnlichen Strande aus gar nicht mehr zu sehen war. In der Strasse zwischen den Inseln Siumschu und Poromuschir, den zwei nördlichsten der kurilischen Kette, zeigten sich bei diesem Ablauf zwei felsige Berge, die man zuvor niemals gesehen hatte, obgleich auch bei frühern Erdbeben, der Meeresboden daselbst blossgelegt wurde. Es waren neu hervorgetretene Massen und vielleicht veranlassten diese und viele andere unsichtbar gebliebene die dritte und merkwürdigste Meeresbewegung an der Lopatka; denn mit einem neuen und heftigen Erdstosse schlug das Wasser in dieser Gegend der Halbinsel, etwa eine Viertelstunde nach dem zuletzt genannten Ereignisse bis zu 210 engl. Fuss hoch auf die Küstenfelsen, so dass hierdurch alle Wohnungen und ein grosser Theil der Bevölkerung ein Raub der Flammen wurden. Man hörte an diesem Tage unter den schwankenden Felsen ein leichtes Krachen, so wie ein dumpfes mit einem Seufzer oder Gebrülle verglichenes Tönen; auch fand man gleich darauf viele ebene Wiesen zu Hügeln angeschwollen und umgekehrt felsige Küstenränder durch Einsturz in Meeresbuchten verwandelt. Leichtere Erdstösse dauerten nach diesem Ereignisse auch in der Südspitze der Halbinsel, ebenso wie in der Kliutschewsker Gegend und an der Mündung der Kamtschatka noch 5 Monate lang fort. — 90 Jahre später, am 8. Aug. 1827 fand wieder ein starker Ausbruch des Vulkans von Awatscha statt, der sich im April 1828 und in diesem und dem folgenden Jahre 1829 mehrmals wiederholte. Im Juni 1828 ereignete sich ein grosser Ausbruch des Assatscha und im August und September des Jahres

1829 war der Vulkan von Kliutschewsk in voller Thätigkeit. Wenngleich nun diese Ausbrüche um einige Monate auseinanderliegen, so ist doch auch Erman geneigt, dieselben in Zusammenhang und Verbindung zu bringen, da im Vergleich mit der weit grösseren Länge der Ruheperioden, welche auf dieser Halbinsel zwischen den Ausbrüchen eines und desselben Heerdes einzutreten pflegen, eben diese rasche Folge kaum einigen Zweifel über den ursachlichen Zusammenhang dieser Ereignisse lässt.

Zwischen dem Vulkan von Kliutschewsk und dem nördlich davon gelegenen Schiwelutsch dagegen scheint Antagonismus zu herrschen, denn nach C. v. Dittmar stürzte in der Nacht vom 17. zum 18. Februar 1854 der nördlichste Gipfel des Schiwelutsch ein, worauf eine von wirklichen Lavaströmen begleitete Eruption folgte. Der Vulkan von Kliutschewsk dagegen, der sich im October 1853 entzündet hatte und Lava ergoss, unterbrach im Augenblicke des Einsturzes des Schiwelutsch plötzlich seine Thätigkeit und fing erst einige Wochen später an, wieder zu rauchen, während der Schiwelutsch in voller Eruption blieb. Im folgenden September (1854) stiess dann der kleine Semätschick 54° n. Br. von Zeit zu Zeit pechschwarze grosse Dampfballen aus, welche sich eine Weile als Dampfsäulen über dem Berge hielten, dann einen starken Aschenregen fallen liessen und verschwanden, um einem andern Dampfballen Platz zu machen. Auch nach Erman bemerkt man Spuren von Thätigkeit am Schiwelutsch nur während der Ruhe des benachbarten Kliutschewsker Vulkans, indem z. B. der erstere in den Jahren 1735—1740 sich ganz ruhig verhielt, während aus dem letztern um diese Zeit starke Eruptionen erfolgten. Ebenso verhielten sich beide Berge im Jahre 1829. Diesem Antagonismus steht nun allerdings entgegen, dass während der grossen Periode der Thätigkeit des Schiwelutsch von 1790—1810, über die uns allerdings leider jeder nähere Nachweis fehlt, der Vulkan von Kliutschewsk doch auch einige Ausbrüche machte (1790. 1795), wie denn auch im Jahre 1854 der Vulkan von Kliutschewsk im März seine Thätigkeit wieder anfing, während der Schiwelutsch noch seine Lavaströme und Aschenregen entsendete.

Vergleichen wir die Thätigkeit der Vulkane Kamtschatka's mit derjenigen der benachbarten Vulkanreihen, so finden wir zuerst ein eigenthümliches Zusammentreffen mit den Kurilen. Im Februar 1821 fand ein heftiger Ausbruch der Kliutschewskaja-Sopka statt, welchem mehrere starke und anhaltende Erderschütterungen vorausgingen. Während dieser Begebenheit stürzten zwei Drittel des Kegels Alaid ein, einer kleinen conischen Insel unter den Kurilen*). (Am 27. Febr. desselben Jahres fand auch eine starke Eruption des Vulkans von Bourbon statt, die bis Mitte April dauerte). Auf einen unterirdischen Zusammenhang hieraus zu schliessen, dürfte allerdings wohl nicht ganz gerechtfertigt sein, da

*) v. Hoff, Chronik p. 157 cit. Stein, Reise nach dem Vulkan Streloschnaja-Sopka in Kamtschatka im August und September 1824.

dieser Einsturz wohl lediglich in Folge der sich weit verbreitenden Erschütterungen stattfinden konnte. Merkwürdiger ist dagegen ein Zusammentreffen einer Eruption auf derselben Insel mit einem furchtbaren Ereignisse auf Japan. Am 18. Januar 1793 nämlich stürzte der Gipfel des Unsen-Gadake gänzlich ein; Ströme siedenden Wassers drangen von allen Seiten aus der tiefen Oeffnung, die dadurch entstanden war, mächtig hervor und der schwarz gefärbte Dampf, der sich über diesen Fluthen erhob, glich dem dicksten Rauche. Drei Wochen nachher, am 6. Febr., hatte der Bivono-Kubi, der ⅛ Lieue von dem vorigen entfernt ist, eine sehr heftige Eruption, indem unterhalb seines Gipfels hoch aufsteigende Flammen ausgespieen wurden, während die von dem Berge herabfliessende Lava sich mit einer solchen Schnelligkeit verbreitete, dass in meilenweiter Erstreckung alles in Brand gerieth. Am 1. März 10 Uhr Abends empfand man durch ganz Kiu-Siu, besonders aber im District von Simabara ein fürchterliches Erdbeben, welches Berggipfel herabstürzte, den Boden hier und da spaltete und die darauf befindlichen Gebäude verschlang, während Lavaströme ununterbrochen aus dem Erdinnern hervorquollen. Am 1. Mai bebte die Erde von Neuem stundenlang (Landgrebe, p. 354 dem ich diese Notiz entnehme, giebt das Datum des 1. Mai, v. Hoff, wohl mit mehr Richtigkeit, das vom 1. April) und zwar so stark, dass ansehnliche Berge zusammenstürzten und ganze Ortschaften mit fortrissen. Ein fürchterliches Geheul unter der Erde liess sich vernehmen; plötzlich sprang der Miyi-yama (nach v. Hoff Illigigama), ein in der Nähe befindlicher Feuerberg, in die Luft, fiel seitwärts in das Meer zurück und bedeckte Alles mit den emporgeschleuderten Steinen, besonders denjenigen Theil der Provinz Figo, welcher dem Hafen Simabara gegenüberliegt. Während dieser Zeit verschlangen die empörten Meereswogen viele am Ufer gelegene Dörfer. Zugleich stürzte eine unglaubliche Menge Wasser aus den Klüften der Berge und überschwemmte und zerstörte die ganze Umgegend. Man sagt, bei dieser schrecklichen Katastrophe hätten 53000 Menschen das Leben verloren. Soviel ist gewiss, dass Simabara und Figo innerhalb weniger Minuten in eine Wüste umgewandelt wurden. Im Februar desselben Jahres hatte auch der Vulkan der Insel Alaid, der nördlichsten der Kurilen eine sehr heftige Eruption und in demselben Jahre auch der Vulkan der benachbarten Insel Poromuschir. Fast ganz gleichzeitig mit den oben geschilderten furchtbaren Ereignissen vom 1. März, erwachte auch der Vulkan von Tuxtla (am 2. März) in Mexiko aus 129jähriger Ruhe, um ziemlich 2 Jahre in starker Thätigkeit zu bleiben. — Zwei gleichzeitige Ausbrüche finden wir in Japan noch im Jahre 864, wo der Fusi-no-yama und der Asama-yama zugleich in Thätigkeit waren.

Die Thätigkeit der Vulkane Kamtschatka's und der der Kurilen und Japans verglichen mit derjenigen der Aleuten ist eine ausgezeichnet abwechselnde. Da dies aus den beigegebenen Curven weniger ersichtlich ist, so mögen hier die Ausbrüche seit dem Jahre 1786, von wo

an man überhaupt erst genauere Nachrichten über Ausbrüche auf den Aleuten hat, gegenübergestellt werden:

Kamtschatka, Kurilen, Japan.	Jahr.	Aleuten und Aljäska.	Vulkane in NW-Amerika.
	1786.	Medwednikowskaja-Sopka.	
Vulkan von Awatscha am 12. Novbr.	1789.		
Vulkan von Kliutschewsk im Febr.	1790.		
Schiwelutsch	1790.		
Unsen-Gadake am 18. Januar	1793.		
Bivono-Kubi am 6. Febr.	1793.		
Insel Alaid im Februar.	1793.		
Miyi-yama am 1. Mai .	1793.		
Insel Poromuschir . . .	1793.		
Vulkan von Kliutschewsk	1795.	Submarine Eruption bei Unalaschka.	
	1795.	Eruption auf Unimak.	
	1796.	Entstehung der Insel Joanna Bogosslowa in den ersten Tagen des Mai.	1796 Edgecombe bei Sitka.
Vulkan auf Oosima am 31. Juli	1797.		
Einsturz des Semätschick um	1798.		
	1802.	Vulkan auf Unalaschka.	
	1805.	Vulkan auf Ummak.	
	1806.	Vulkan auf Unalaschka.	
	1806.	Vulkan auf Unimak.	
	1806.	Joanna Bogosslowa (brennt bis 1823).	
Vulkan von Kliutschewsk	1812.		
Submarine Eruption an der Küste von Kamtschatka am 10. Mai .	1814.		
	1817.	Vulkan auf der nördlichen Spitze von Umnak.	
	1817.	Vulkan auf der nordöstlichen Spitze von Umnak	
	1820.	Entstehung eines neuen Vulkans auf Unimak vom März bis August.	
Vulkan von Kliutschewsk im Febr.	1821.		
	1823.	Insel Junaska.	
	1824.	Schischaldinskoi auf Unimak.	
	1824.	Vulkan auf Umnak.	
	1825.	Schischaldinskoi auf Unimak im März.	
	1826.	Makuschinskaja-Sopka auf Unalaschka im Juni.	
	1826.	Insel Unimak vom Octbr. bis Jan. 1827.	
	1827.	Schischaldinskoi auf Unimak im August.	

Kamtschatka, Kurilen, Japan.	Jahr.	Aleuten und Aljäska.	Vulkane in NW-Amerika.
Vulkan von Awatscha am 8. Aug.	1827.		
Vulkan von Awatscha im April	1828.		
Assatschinskaja im Juni	1828.		
Vulkan von Awatscha .	1829.		
Kliutschewskaja im Aug. und Septbr.	1829.		
	1830.	Insel Junaska.	
	1830.	im August Vulkan auf Umnak.	
	1830.	im Decbr. Schischaldinskoi auf Unimak.	
	1836.	im Octbr. Insel Unimak.	
Vulkan von Awatscha im October	1837.		
Vulkan von Kliutschewsk	1841.		1841 Mount Rainier. 1842 Mount Baker. 1842 St. Helens am 28. Septbr. 1843 Mount Baker
Vulkan von Kliutschewsk	1843.		1843 Mount Rainier am 23. Novbr.
Assatschinskaja	1848.		
Semätschick	1851.		
Semätschick	1852.		
Koselkoi am 28. Octbr.	1852.		
Vulkan von Kliutschewsk im Octbr.	1853.		1853 Mount Baker im Winter zu 1854.
Vulkan von Kliutschewsk im März	1854.		1854 St. Helens vom Febr. bis April. 1854 Mount Hood.
Schiwelutsch am 17. Febr.	1854.		
Semätschick im Septbr.	1854.		
Vulkan von Awatscha im Mai	1855.		
Insel Schiaschkotan im Frühling	1855.		
	1856.	Vulkan auf den Aleuten am 22. Juni.	
	1856.	Submarine Eruption bei Unimak am 25. Juli.	
			1859 Mount Hood am 17. Aug. 1859 Mount Baker. 1859 im März Vulkan im Norden der Grafschaft Schasta in Californien.

Ein schöneres Beispiel von abwechselnder Thätigkeit zweier Vulkanreihen kann es eigentlich nicht wohl geben. Selbst in den Jahren, in welchen beide Reihen gleichzeitig Eruptionen aufweisen, wie 1827,

scheint eine Reihe die andere abzulösen. Interessant ist noch die beigefügte Reihe der Eruptionen der Vulkane von Nordwest-Amerika, welche eine gleichzeitige Thätigkeit mit der gegenüberliegenden von Kamtschatka und den Kurilen und also ebenfalls eine abwechselnde mit den Aleuten entwickeln. Eine eigenthümliche Ausnahme davon macht nun der nördlichste, den Aleuten zunächst gelegene, der Edgecombe, der im Jahre 1796 seinen letzten Ausbruch machte, in demselben Jahre, in welches die Entstehung der merkwürdigen Insel Joanna Bogosslowa fällt. Da der Edgecombe in gleicher Breite mit den Aleuten liegt und durch einen grossen Zwischenraum von den Vulkanen Oregons getrennt ist, so dürfte es vielleicht richtiger sein, ihn als der ostwestlich streichenden Spalte der Aleuten angehörig zu betrachten, als derjenigen, welche in die Richtung des Cascaden-Gebirges fällt.

Beispiele gleichzeitiger Eruptionen unter den aleutischen Vulkanen finden sich hier wie auf Kamtschatka und Island. So brannten im Jahre 1806, als Langsdorf sich in der Gegend befand, zu gleicher Zeit die Vulkane auf Unalaschka, auf der Insel Unimak und auf der neuen Insel Joanna Bogosslowa. Ferner brannte im Jahre 1817 ein Vulkan auf der nördlichen Spitze von Umnak und zugleich ein anderer auf der nordöstlichen Spitze. Gleiche Ereignisse fanden in den Jahren 1824, 1826 und 1830 statt. Auch Beispiele von Antagonismus kommen vor. So erfolgte im Jahre 1802 ein heftiges Erdbeben auf Unalaschka und von diesem Zeitpuncte an hörte die neue Insel Joanna Bogosslowa auf zu brennen, dagegen brach auf Unalaschka selbst ein Vulkan aus, der während vieler Jahre geruht hatte. Ferner befand sich nördlich vom Progromnoi oder Nossowskoi, einem Vulkan an der südwestlichen Küste der Insel Unimak, ein kleiner Vulkan, der sehr thätig war und Flammen ausspie, aber im Jahre 1795 erlosch, als die an dieser Stelle befindliche Bergkette unter einem sehr starken Aschenregen barst und in die Höhe geschleudert wurde.

Gleichzeitige Eruptionen der Vulkane der Aleuten, Kamtschatka's, Japans und Nordwest-Amerika's mit weit entfernten Vulkanen finden sich natürlich sehr viele. Der gleichzeitigen Thätigkeit des Vulkans von Kliutschewsk mit der furchtbaren Periode auf Island in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ist schon oben gedacht werden. Ebenso auffällig ist ein Zusammentreffen der Eruption des Koselkoi am 28. October 1852 mit den furchtbaren Ereignissen, die im October, November und December dieses Jahres im ost- und westindischen Archipel, Chile und Californien sich ereigneten und auf welche ich später specieller zurückkommen werde. Ferner sah man am 10. Mai 1814 gegen 2 Uhr Abends bei ruhigem und heitern Wetter sich Flammen aus dem Meere an der Küste von Kamtschatka erheben, wobei enorme Felsstücke unter beträchtlichem Geräusche emporgeschleudert wurden (d'Aubuisson, Traité de Géognosie t. I. p. 427). An demselben Tage entstand unter Erdbeben eine kleine Insel bei Taganrog im Asow'schen

Meere, die jedoch bald wieder zerstört wurde (Mallet). Es ist dies Ereigniss wohl mehr auf Rechnung des Zufalls zu setzen, obwohl derselbe Tag allerdings merkwürdig erscheint.

Bei der auffälligen Häufung von Vulkanausbrüchen im indischen Archipel, wovon die weiter unten stehende Uebersicht ein Zeugniss liefert, versteht es sich von selbst, dass häufig mehrere derselben zu gleicher Zeit statt finden müssen, zumal einige Vulkane wie der Lamongan, Semiru, Guntur sich in fast fortwährender Aufregung befinden, andere wieder, wie der Gunong Api auf Gross-Banda, wenigstens sehr lange Perioden der Thätigkeit entfalten. Aus einem blossen Zusammentreffen der Eruptionen allein daher auf einen gemeinsamen unterirdischen Heerd zu schliessen, dürfte wohl sehr gewagt erscheinen, womit allerdings noch nicht gesagt ist, dass nicht überhaupt ein Causalzusammenhang stattfinde. Eine gewisse, ja grosse Wichtigkeit erlangen indessen doch diese Beispiele von Synchronismus dadurch, dass sie sich mehrmals zwischen denselben Vulkanen wiederholen, oder in ihrem bis auf den Tag gleichzeitigen Auftreten von so grossartiger Natur sind, dass man ihnen unbedingt Aufmerksamkeit schenken muss. Eine der ältesten dieser Erscheinungen, von der Perrey das Verdienst gebührt, dieselbe neuerdings wieder an das Licht gezogen zu haben, ist die gleichzeitige Eruption dreier Vulkane im indischen Archipel am 4. Januar 1641. Von Hoff giebt in seiner Chronik p. 295 dies merkwürdige Ereigniss folgendermassen: Am 4. Juni 1641 gleichzeitige Ausbrüche zweier Vulkane auf der philippinischen Insel Luzon, des Ingoroten in der Provinz Ilocos und des Sanxil auf Mindanao; desgleichen des Vulkans auf der kleinen Insel Yolo. Derselbe citirt Chamisso in Kotzebue's Entdeckungsreise T. III p. 68 und dieser cit. Juan de la Concepcion Historia general de Philipinas. Manila 1788—1792. 14 Voll. — Landgrebe sagt p. 346 ohne Angabe der Quelle: der Aringuay hatte am 4. Juni 1641 zugleich mit dem Vulkan der kleinen Insel Yolo und dem auf der Insel Sanguir einen Ausbruch, welcher grosse Zerstörungen anrichtete. Das Datum vom 4. Juni, welches auch L. v. Buch nach Chamisso giebt, ist jedenfalls wie Perrey bestimmt nachweist falsch; es muss heissen der 4. Januar. Der unermüdliche Perrey, dem die Wissenschaft auf diesem Gebiete so viel verdankt, macht in seinen Documents sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques dans l'archipel des Philippines p. 135 etc. ausführliche Mittheilungen über dies merkwürdige Zusammentreffen, aus denen ich hier das Wesentlichste mittheilen will. Alle neueren Schriftsteller, welche über dies merkwürdige Ereigniss sprechen, citiren nur Chamisso, als wenn er allein dasselbe der gelehrten Welt bekannt gemacht und als wenn kein anderer wissenschaftlicher Schriftsteller vor ihm etwas darüber veröffentlicht hätte. Indessen besitzen wir vom Grafen von Tressan schon darüber einen ziemlich ausführlichen Bericht. Derselbe äussert sich in seinem Essai sur le fluide électrique considéré comme agent universel, Paris 1786 t. II. p. 141 über dies Ereigniss fol-

gendermassen: Am 4. Januar 1641 öffneten sich 2 grosse Vulkane in den Philippinen zu derselben Stunde und warfen Garben von Bimsstein und entzündeten Stoffen bis in die Wolken und zu gleicher Zeit in der nämlichen Stunde richtete eine Eruption anderer Art 150 Meilen von diesen beiden Vulkanen nicht weniger schreckliche Verheerungen auf der Insel Manila an. Diese Eruption begann mit einem furchtbaren Orkane, der beinahe die ganze Oberfläche der Insel rasirte; 3 Berge, ausgerissen aus ihrem Grunde, wurden emporgehoben, zerstiebt und fortgewälzt durch einen ungeheuern Wasserstrom, der an der nämlichen Stelle nun einen grossen See bildete, an welcher diese drei Berge gestanden hatten.

Leider führt der Graf Tressan die drei Vulkane nicht namentlich an, aus welchen sich die beiden feurigen Eruptionen, sowie der Schlammausbruch ergossen haben. Glücklicherweise besitzen wir aber den Bericht eines gleichzeitigen Schriftstellers, dessen Werk nur 10 Jahre nach diesem Ereignisse erschien. Es ist das des Jesuiten Nierembers*), der, nachdem er über eine Eruption auf den Azoren berichtet hatte, folgendermassen fortfährt: wie ausserordentlich auch diese Eruption war, so besitzen wir doch ein anderes, nicht weniger merkwürdiges Beispiel einer solchen aus dem ostindischen Archipel, wo drei Vulkane auf einmal einen Ausbruch machten: zwei von Feuer und einer von Wasser. Alle drei liessen zu gleicher Zeit, den 4. Januar 1641, ein Getöse ähnlich dem Krachen von Artilleriesalven hören. Es bestätigt dies der Bericht des Bischofs von Zebu, Gouverneur des Erzbisthums von Manila, aus dem wir die vorzüglichsten Umstände hier mittheilen: In den letzten Tagen des Decembers 1640 beobachtete man im Presidio von Samboangan auf Mindanao einen Aschenregen; derselbe fiel zweimal, aber in geringer Menge, so dass die Felder wie mit Reif bedeckt erschienen. Am ersten Januar 1641 ankerten die Hülfstruppen, die man von Manila nach Ternate sendete, und welche auf einer Flottille von 11 Schiffen eingeschifft waren, zu Samboangan. Den 3. des nämlichen Monats hörte man um 7 Uhr Abends plötzlich ein Geräusch, welches seine Entstehung in einer halben Meile vom Fort zu haben schien. Man glaubte anfangs, es seien Artillerie- und Musketensalven, und in dem Gedanken, dass irgend ein Feind die Küsten beunruhige, wurden in dem Fort Befehle gegeben, demselben zuvorzukommen. Der General, welcher die Marine-Armee commandirte, sendete, in der Furcht, dass irgend ein von der Flottille verirrtes Schiff der Hülfe bedürfe, eine leichte Barke auf Entdeckungen aus; sie kam aber zurück, ohne Jemand begegnet zu sein. Den folgenden Tag um 4 und um 9 Uhr Morgens wurden das Getöse und die Detonationen so beträchtlich, dass man dachte, es habe ein Rencontre zwischen der Hülfsflotte und einigen holländischen Schiffen stattgefunden. Es dauerte ungefähr eine halbe Stunde und während dieser Zeit stand die ganze Garnison unter Waffen und bat um die Hülfe Gottes für die Hülfsflotte, in

*) Obras filosoficas, Madrid 1651. 3 Bde.

dem Gedanken, dass dieselbe sich zwei oder drei Meilen von da schlüge. Indessen wurde man bald aus dem Irrthume gezogen und man erkannte es als das Getöse eines Vulkans, als gegen Mittag man von Süden eine sehr grosse Finsterniss herziehen sah, welche, nach und nach den ganzen Himmel einnehmend, um 1 Uhr Abends den Tag in eine wahre Nacht verwandelte. Um 2 Uhr war die Finsterniss so arg, dass man seine eigne Hand nicht mehr vor den Augen sehen konnte. Der Schrecken war allgemein; man stürzte in die Kirchen, brannte Wachskerzen an, entblösste das heilige Sacrament und beinahe alle Soldaten thaten Busse für ihre Sünden. Diese entsetzliche Dunkelheit, welche nicht die geringste Helle vom ganzen Himmel durchblicken liess, dauerte den übrigen Theil des Tages und einen Theil der Nacht bis um 2 Uhr Morgens, von wo an man wieder anfing, die Laguna zu bemerken.

Während dieser Nacht befand sich die Hülfsflotte, die nach Ternate ging, und welche längs der Küsten von Mindanao hinsegelte, in grosser Unordnung. Sie befand sich dem Vorgebirge St. Augustin gegenüber, nicht weit von einer Insel, Namens Sanguiz, wo ein Vulkan eine Eruption hatte. Die Dunkelheit hatte dort früher als zu Samboangan angefangen; schon von 10 Uhr Morgens an war die Finsterniss so dick, dass man glaubte, der Tag des jüngsten Gerichts sei angekommen. Es fing an Steine, Erde und Asche zu regnen, so dass die Schiffe dadurch in Gefahr kamen; man musste Licht anzünden und die Schiffe schleunigst von der Erde und Asche befreien. Die Schiffe beobachteten eine lange Zeit, wie von genannter Insel Sanguiz Feuersäulen ausgeworfen wurden, welche sich in ungeheuern Garben bis zum Himmel erhoben und, indem sie zurückfielen, die benachbarten Berge entzündeten.

Die Dunkelheit verbreitete sich über den grössten Theil von Mindanao und die Asche flog bis Zebu, Panay und die benachbarten Inseln, namentlich auf die Insel Yolo, welche mehr als 40 Meilen von Sanguiz entfernt ist, wo die Eruption stattfand. Obwohl die Dunkelheit die Schiffe verhinderte zu beobachten, was auf der Insel Yolo vorging, über welcher der Himmel ganz roth erschien, so vernahmen sie doch später, dass in dem nämlichen Augenblicke, in welchem der erste Vulkan zu Sanguiz einen Ausbruch machte und seine Asche bis Mindanao warf, die Elemente sich auch auf dieser Seite entfesselten und dass ein zweiter Vulkan, während eines grossen Erdbebens sich auf einer kleinen Insel, der Barre des vorzüglichsten Flusses von Yolo gegenüber, öffnete und anfing Feuerflammen in die Luft zu werfen, welche Bäume und Steine von grossen Dimensionen mit sich fortrissen. Die Erschütterung und die Wuth der Elemente waren so stark, dass indem sie die Erde bis in ihr Innerstes erbeben liessen, sie sich gleichzeitig bis zum Meere ausbreiteten und dass der nämliche Schlund, der sich im Boden geöffnet hatte, eine Menge grosser Muscheln und anderer Producte des Meeres ausspiee. Noch heute ist der breite Schlund dieses Vulkans geöffnet und die Insel ist in weitem Umkreise verbrannt geblieben.

Was indessen das Sonderbarste ist, ist dass in der Provinz Ilocos auf der Insel Manila oder Luzon, also in einer Entfernung von 150 Meilen in gerader Linie von dem Puncte, wo die beiden Vulkane gleichzeitig eine Eruption hatten, an dem nämlichen Tage und zur nämlichen Stunde ein ganz ähnliches Ereigniss stattfand: ein dritter Vulkan barst und brachte mehreren Dörfern von der Tribu der Igolotten den Untergang, aber anstatt eines feurigen Ausbruchs war es ein Schlammausbruch, der hier aber nicht weniger furchtbare Verwüstungen hervorbrachte, wie man aus einem Briefe des Pater Fr. Gonçalo von Palma, Generalprocurators der Provinz, vom Orden des heiligen St. Augustin sehen kann.

»Am 4. Januar fand ein furchtbares Erdbeben bei den Igolotten statt, welche 5 Tagereisen östlich von Ilocos leben. Ihm ging ein nicht weniger schrecklicher Orkan vorher. Die Erde spaltete sich und verschlang in ihrem Innern drei Berge, von denen einer unzugänglich war. Sie wurden aus ihrem Grunde herausgerissen und mit warmen Wasserströmen in die Luft geworfen; an ihrer Stelle bildete sich ein weiter See, wo nicht die geringste Spur, weder von den Dörfern, noch selbst von den Bergen zurückblieb. Die in den Eingeweiden der Erde eingeschlossene Luft zerstiebte sie und das Wasser drang daraus mit solcher Kraft hervor, dass es Bäume und Berge mit sich fortriss und sie in Fragmenten zurückbrachte, die es zu mehr als 12 Piques Höhe warf. In mehreren Meilen Entfernung hörte man das Geräusch, welches die in die Luft aneinanderstossenden und auf die Erde zurückfallenden Trümmer machten.«

Das Wunderbarste, welches in allen diesen Berichten erwähnt wird, ist das furchtbare Getöse, welches man zwischen 9 und 10 Uhr Morgens hörte, und zwar nicht nur zu Manila und in den Provinzen der Ilocos und von Cagayan, welche 130 Meilen davon entfernt sind, sondern auch in dem ganzen Archipel der Philippinen, dem der Molukken und auf dem Festlande von Asien in den Königreichen Cochinchina, Champan und Cambodja, wie durch glaubwürdige Personen, welche aus diesen Ländern nach Manila kamen, versichert wird. (In neueren Zeiten haben wir bekanntlich am Tomburu auf Sumbava und am Cosiguina ganz ähnliche Wahrnehmungen gemacht). Das Getöse hat sich über einen Kreis von mehr als 300 Meilen Durchmesser und über 900 Meilen Umfang ausgebreitet und wurde überall zur nämlichen Stunde und in dem nämlichen Augenblicke vernommen. Ueberall glich es Salven schwerer Artillerie und unterhaltenem Musketenfeuer; überall hörte man es, als wenn es ungefähr aus 3 Meilen Entfernung käme etc. — Soweit der Bericht des P. Juan Eusebio Nierremberg: Obras filosoficas, t. III, p. 453, 454 etc. Perrey knüpft daran noch einige Bemerkungen über die Lage dieser drei Vulkane, in welchen er überzeugend nachweist, dass der erste derselben nicht der Sanxil oder Sanguil auf Mindanao (5° 48′ n. Br. und 122° 58′ ö. L.) ist, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern der Vulkan auf der Insel Sanguir (4° 25′ n. Br. 122° 15′ ö. L.).

Ausser diesem merkwürdigen Zusammentreffen von Eruptionen fanden gleichzeitig noch folgende im Archipel der Philippinen statt:

Am 3. Januar 1836 machten mehrere Vulkane auf Mindanao nach einem heftigen Erdbeben einen starken Ausbruch. Bei dem grossen Erdbeben zu Manila am 16. September 1852 sollen der Albay und Taal zu gleicher Zeit in Thätigkeit gewesen sein, während nach einer andern weiter unten angeführten Nachricht Antagonismus zwischen beiden geherrscht habe.

Im Archipel der Molukken finden wir folgende gleichzeitige Ausbrüche:

Am 11. Juni 1820 fand um 11½ Uhr Morgens ein starker Ausbruch des Vulkans Gunong Api auf Gross-Banda statt. Um 2 Uhr Abends drang eine Masse brennender Steine mit ausserordentlicher Gewalt aus dem Vulkane hervor und setzte beim Herabfallen Alles, worauf sie traf, in Flammen. Die durch den Ausbruch verursachten Stösse waren so stark und folgten sich so rasch, dass die Häuser und selbst die Schiffe, die sich an der Küste fanden, deren Wirkungen spürten. Der Rauch und die Asche, welche der Krater ausspie, hatten bald die Umgebung des Berges und selbst die entfernten Orte verdunkelt. Die Stösse nahmen gegen Abend von neuem an Stärke zu und die Steine wurden bis zur doppelten Höhe des Berges geschleudert, der mit Feuerströmen bedeckt erschien. Das Schreckliche dieses Schauspiels wurde noch durch ein Erdbeben, welches Abends eintrat und durch einen heftigen Sturm gesteigert. Der Ausbruch des Berges dauerte am 12. während des ganzen Tages fort. Der Rauch und die Asche bedeckten Neira und Lantoir bis zur Mitte des Parks von Bogauw. Nordwestlich vom Berge hatte sich eine neue Oeffnung gebildet, aus welcher Steine, so gross wie die Wohnungen auf Banda, hervorkamen; doch erfolgte der Hauptausbruch durch die alte Oeffnung*). Auf der Westseite der Insel befand sich damals noch eine weite vom Meere erfüllte Bucht. In dieser erhob sich eine Masse schwarzen Gesteins, welches gegenwärtig ansehnlich über die Meeresfläche hervorragt und, die genannte Bucht ausfüllend, sich mit dem Fusse des Berges verband. Merkwürdig genug erfolgte jene Erhebung des Bodens ohne alles Geräusch und die Bewohner der benachbarten Insel Neira, welche auf der entgegengesetzten Seite des Berges liegt, erhielten von dieser Erscheinung erst Kenntniss, als sie das Meer sich erhitzen sahen und die Erhebung schon vollendet war. Im folgenden Jahre war der Boden noch sehr stark erwärmt und die neue erhobene Masse stiess siedend heisse Dämpfe aus. Die Bergmasse bestand aus Basalt ohne Vermischung mit Asche und Lapilli. An der Basis des Gunong Api konnte man deutlich sehen, dass der grösste Theil dieser Felsarten aus dicken Schichten bestand, welche eine geneigte Lage hatten, und zwar so, dass die Mitte derselben aufgerichtet und gekrümmt erschien. Leider finden

*) Arago a. a. O. p. 181.

wir nicht erwähnt, ob die Erhebung gleichzeitig, kurz vor, oder nach dem Ausbruche des Vulkans erfolgte; doch scheint der Gunong Api ganz ruhig gewesen zu sein, als dieselbe stattfand. — Ein ganz gleichartiges Ereigniss trug sich um jene Zeit an der Küste von Ternate zu. Die Masse des dort emporgehobenen Gesteins war völlig dieselbe wie auf Banda. Sie ragt am Abhange des Berges dieser Insel aus dem Meere hervor *).

Am 22. und andere Tage im November 1694 vulkanische Ausbrüche des Gunong Api auf Banda, des Wowani auf Hitoe bei Amboina und des Kemas oder der drei Brüder auf Celebes im Gebiete von Menado.

Vom 10—16. December 1711 fand der grosse Ausbruch des Abu auf Gross Sanguir statt und am darauf folgenden 16. Januar 1712 hatte der Chiaus auf Siao, südlich von den Sanguir-Inseln, seinen einzigen bekannten Ausbruch.

Am 18. April 1824 Oeffnung eines neuen Kraters auf der Insel Amboina, der noch am 14. Mai thätig war und am 22. April Oeffnung eines neuen Kraters am Gunong Api auf Gross-Banda.

Auf der langgestreckten, bogenförmig von Sumatra über Java nach den Key-Eilanden verlaufenden Vulkanreihe fallen, namentlich auf Java, sehr viele Vulkanausbrüche der Zeit nach zusammen, wenigstens in dasselbe Jahr, viele in denselben Monat. Ein besonderes Gesetz, dass gewisse Vulkane immer gleichzeitig Eruptionen haben, macht sich nicht bemerkbar, obwohl bei späteren vollkommenen Verzeichnissen sich vielleicht ein solches auffinden lässt. Auffällig ist z. B. dass im Jahre 1825 der Bromo, Slamat und Gedeh Eruptionen hatten und 1835 wieder dieselben drei Vulkane. Aehnliche Beispiele finden sich in der weiter unten mitgetheilten Uebersicht noch mehrere. Das auffälligste Beispiel von simultanen Eruptionen, welches das oben bei den Philippinen mitgetheilte vielleicht noch an Grossartigkeit übertrifft, ist das aus dem Jahre 1772. In der Nacht vom 11. zum 12. August dieses Jahres hatte nämlich der Papandayang den verheerendsten Ausbruch, der überhaupt in historischen Zeiten die Insel Java betroffen hat und bei welchem ein grosser Theil dieses Berges und des anliegenden Landes versank. Der versunkene Landstrich soll 15 englische Meilen lang und 6 breit gewesen und 40 Dörfer und 3000 Menschen dabei untergegangen sein. Vor dieser Katastrophe hatte der Berg eine Höhe von 9000 Fuss, jetzt beträgt sie nur noch 5000 Fuss. In derselben Nacht entflammten sich aber auch noch zwei andere Vulkane, der Tjerimaï und der Slamat, welche in gerader Linie 46 und 88 geographische Meilen von Papandayang entfernt liegen. Nach Horsfield hatte auch der Gedée in dieser Nacht eine heftige Eruption.

Am 2. Januar 1843 1^h 15′ Morg. 2 leichte Erdstösse zu Manila.

*) Landgrebe a. a. O. pag. 259.

Am 4. Januar dieses Jahres (gerade 202 Jahre nach dem eben geschilderten merkwürdigen Ausbruche auf den Philippinen) gegen Mitternacht zwei Erdstösse zu Malacca und Singapore. Den nämlichen Tag von 9^h Morg. bis 2^h Ab. Eruption des Guntur auf Java. In der Nacht vom 5. zum 6. Januar furchtbare Erdstösse auf der Insel Nias und der gegenüberliegenden südwestlichen Küste von Sumatra, namentlich zu Baros. Die Stösse traten ohne alles unterirdische Geräusch ein, zu Baros um $11\frac{1}{2}$ Uhr Abends und zu Sitoli (Nias) gegen Mitternacht. An beiden Puncten gingen sie von SW nach NO, also rechtwinkelig zur Längsaxe von Sumatra. Anfangs ziemlich schwach auf der Insel Nias verstärkten sie sich von Secunde zu Secunde bis zu einer Heftigkeit, dass man die Richtung derselben nicht mehr unterscheiden konnte. Sie folgten sich dann mit einer solchen Schnelligkeit, dass die Erde in unaufhörlichem Beben war; dies dauerte 9 Minuten, worauf sie sich in Zwischenräumen von 2 zu 2 Minuten bis $4\frac{1}{2}^h$ Morgens wiederholten. Von da an verminderte sich die Stärke der Erschütterungen: dieselben dauerten, obwohl leicht noch mehrere Tage fort. Nach französischen Berichten wiederholten sie sich auf der Westküste von Sumatra sehr stark wieder am 11. Januar. — Die Nacht vom 5. zum 6. Januar war prächtig, das Meer ruhig. Mit einem Male aber bewegte sich ungefähr eine Stunde nach den stärksten Stössen um $12\frac{1}{2}$ Uhr eine furchtbare Woge, von SO kommend und Alles mit sich fortreissend, mit erschreckendem Geräusch über die ganze Küste der Insel Nias auf der Seite von Sitoli, während sich zu gleicher Zeit eine nicht weniger schreckliche Welle, aber von SW kommend, begleitet von donnerähnlichem Getöse auf Baros stürzte. Man fand später 3 Schiffe im Lande in einer Entfernung von 1900 Fuss vom Ufer etc. Das Erdbeben selbst breitete sich bis Singapore und Penang aus, wenigstens hat man an beiden Orten am Januar früh um $\frac{1}{2}1$ Uhr einen leichten Stoss gefühlt. — Am 8. Januar gegen Mitternacht fand wieder ein leichter Erdstoss zu Penang statt und an demselben Tage um $2\frac{1}{2}^h$ Abends ein Erdbeben zu Singapore. Mnn bemerkt von dort, dass nach diesen verschiedenen Stössen das Wetter schlecht wurde und dass man bis zum 15. Januar zahlreiche und starke Stürme hatte. — Am 16. Januar erneuerte Eruption des Bromo auf Java. Am 18. Januar um $11\frac{3}{4}^h$ Morgens heftiger Erdstoss auf Amboina. Am 23. Januar um $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens Eruption des Gedée auf Java. Am 6. Februar gegen 11^h Abends prachtvolle Eruption zu Kyouk Phyoo auf der Insel Ramri an der Küste von Arracan; sie dauerte nur bis $1\frac{1}{2}$ Uhr Morgens. — Am 8. Februar 2^h Morgens vier leichte Erdstösse zu Ahmedabad (Gudjerat); an demselben Tage das furchtbare Erdbeben auf den Antillen, wodurch Pointe-à-Pître zerstört wurde und dessen Stösse sich bis zum 17. März wiederholten, an welchem Tage der submarine Ausbruch zwischen der östlichen Spitze von Marie Galante und Guadeloupe stattfand. In der Nacht zum 17. Februar erhoben sich im Süden der Insel Gili Genting, der Südostküste der Insel Madura gegenüber, also im Norden

des Vulkans Ringgit auf Java zwei Felsen aus dem Meere. Am 18. Februar um 2^h Abends endlich ein starker Erdstoss auf Amboina. (Es ist bei dieser auffälligen Häufung von Eruptionen, die sich auch das übrige Jahr hindurch mit Erdbeben fortsetzt, wieder daran zu erinnern, dass das Jahr 1843 ein Minimaljahr der Sonnenflecken war).

Am 28. Juli 1843 um $11\frac{1}{2}$ Uhr Abends Eruption des Gedée auf Java. In den letzten Tagen des Juli Erhebung einer neuen Insel nicht weit von Ramri und Cheduba an der Küste von Arracan. Der feurige Ausbruch (le feu), dem ein Erdbeben vorausging, dauerte vier Tage (26—29. Juli). Die Insel, welche zwischen Flat Rock und Round Rock erschien, verschwand nach Verlauf eines Monats wieder.

Vom September bis Ende des Jahres 1844 starkes unterirdisches Getöse auf der Insel Sorea. Der Gelelala war in Eruption. Vom 25. bis 27. September Eruption des Semiru auf Java.

In der Nacht vom 17. zum 18. März 1847 Eruption des Gedeh auf Java. Am 20. März um $6\frac{1}{2}^h$ Morgens sehr starker Erdstoss zu Banjoemas. Den nämlichen Tag (20) Eruption des benachbarten G. Slamat und am 26. März Eruption des Lamongan auf Java, der seit dem Jahre 1844 in Ruhe war; die letztere dauerte bis zum 26. Juni.

Vom 25. September bis Ende October 1847 starke Eruption des Lamongan. Vom 16—18. October Eruption des Guntur und in der Nacht vom 17. zum 18. October Aschenausbruch des Gedeh. — Am 28. September ein leichter Erdstoss zu Batavia. Am 17. October Vormittags ein leichter Stoss zu Buitenzorg und in den Umgebungen des Gedeh. Den nämlichen Tag zwischen 8 und 9 Uhr Abends ein Stoss zu Tjikalong und Pesawahan (Reg. Preanger, Java). Am 18. October um $1\frac{1}{4}^h$, $1\frac{1}{2}^h$ und 8^h Abends und am 19. mehrere Stösse zu Tjandjoer in der nämlichen Regentschaft.

Vom 13—15. September 1849 Einsturz des Pic Lamongan, ein neuer Krater hatte sich an der Nordseite unter dem alten geöffnet. Vom 14. September 11^h Abends bis zum 15. um 3^h Abends starke Eruption des Merapi.

Am 6. October 1849 war der Vulkan auf Poeloe Komba (7° 48′ s. Br. und 123° 34′ 45″ ö. L.) in voller Eruption; dicke Rauchsäulen stiegen aus seinem Gipfel, während Lavaströme sich bis zum Ufer des Meeres stürzten. Am 7. October warf der Pic von Lobetolle auf der Insel Lomblen (8° 12′ s. Br. und 123° 45′ ö. L.) viel Rauch aus.

Am 2. October, 2. und 9. November 1855 Eruptionen des Merapi auf Sumatra. Am 8. November heftiges Erdbeben auf Java, wobei der Merapi (auf Java) starken Rauch ausstiess.

Eine gleichzeitige Eruption des Merapi mit dem Bromo auf Java endlich am 29. December 1822 ist schon oben mitgetheilt worden.

Von gleichzeitigen Eruptionen zwischen den Vulkanen der Philippinen, Molukken und Sundainseln und weit von Indien entfernten Vulkanen dürften nur noch folgende anzuführen sein:

Am 27. November 1849 um 3^h Morgens Eruption des Gamalama auf Ternate. Am 1. Dec. von 4—6 Uhr Abends Aschenregen in der Residentschaft Tegal auf Java, der wahrscheinlich vom Slamat kam. In den letzten Tagen des November Aschenauswurf des Purace, der bis Popayan ging. Im December Schlackenauswürfe des Sangay, deren Herr Wisse in einer Stunde 267 zählte (Kosmos. 4 Bd. pag. 230).

Am 23. November 1843 heftiger Ausbruch des Mount Rainier (Nordwestl. Amerika). Am 25. November Ausbruch des Aetna und an demselben Tage von $4^1/_2{}^h$ Morgens bis 8 Uhr Abends Eruption des Guntur auf Java.

Am 22. April 1845 Eruption des Gunong Salassi auf Sumatra. Vom 22. bis 25. April Eruption des Vesuv.

Ferner dürften noch hier die furchtbaren Ereignisse aus dem letzten Drittel des Jahres 1852 anzuführen sein, welche so umfassender und grossartiger Natur sind, dass, wenn man weite Ausdehnung und ausserordentliche Kraftäusserungen unterirdischer Störungen als Beweise für ein allgemeines feurig-flüssiges Erdinnere betrachtet, dieselben unter allen bis jetzt stattgefundenen Erscheinungen dieser Art unbedingt an der Spitze stehen müssten. Ich kann es mir nicht versagen, bei der grossen Bedeutung jener Störungen, dieselben hier vom 20. August an, chronologisch, im Wesentlichen nach den Katalogen des unermüdlichen Perrey, aufzuführen, und zwar um so mehr, als sie eigentlich noch nicht so bekannt und beachtet worden sind, als sie wohl verdienen.

August 1852.

20. Um 8^h 36′ Morgens äusserst heftiges Erdbeben zu Santiago de Cuba, welches 8 Secunden dauerte. Unter den zahlreichen Stössen, dieses Tages bezeichnet man noch welche um 8^h 40′, 9^h 18′ und 10^h Morgens, ferner um 1^h 12′, 2^h 58′ und 5^h 31′ Abends. —

— Um 8^h 38′ Morgens ein Stoss zu Falmouth und Montego-Bay (Jamaika); ein anderer um 9^h Morgens; zwischen 8 und 9 Uhr Morgens auch eine heftige Erschütterung von N nach S zu Kingston.

21. Um 0^h 25′ Morgens ein schwacher und um $3^1/_2$ und 5^h Morgens zwei sehr heftige Stösse zu Santiago de Cuba. Die Atmosphäre blieb dabei in tiefer Dunkelheit, was dazu beitrug den Schrecken zu vermehren; der Himmel war bedeckt, regnerisch, von düsterem Aussehen. Die Stösse dauerten den ganzen Tag über mit grösserer oder geringerer Heftigkeit fort und man kann sagen, dass bis zum Morgen des 22. die Erde in dauernder Bewegung blieb, und dass sich die Stösse ziemlich regelmässig von halber zu halber Stunde unter starkem Getöse erneuerten. Um 0^h 25′ Abends fand ein Stoss statt, der sich wieder über die ganze Insel verbreitete und einige Augenblicke darauf sich in beinahe unmerkbarer Weise wiederholte. Als

sehr heftige Stösse bezeichnet man noch die um 4h 50′ Abends und 9¼h Abends. Man schätzt den Schaden, der durch dies Erdbeben hervorgebracht wurde auf 2 Millionen Piaster.

21. Um 3h 40′ Morgens 3 Stösse zu Falmouth und Montego-Bay.

— Vollständig gleichzeitig mit diesem Erdbeben in der Nacht vom 20. zum 21. August begann die Eruption am Aetna im Val del Bove, im Westen der Dörfer Zafarana, Caselle und Milo auf der Ostseite des Vulkans. Dieselbe begann am 21. um ½1 Uhr Morgens und dauerte mit verschiedenen Phasen der Wiedererneuerung, von denen die vom 23. bis 29. September die stärkste war, bis zum November.

22. Um 5h 52′ Morgens zwei leichte Erschütterungen zu Santiago de Cuba.

— Erdstoss zu Spanish-Town auf Jamaika, begleitet von heftigem Regen, dem eine drückende Wärme folgte.

25. zwischen 2 und 3h Morgens Erdbeben zu Aiken (S.-C.) und Augusta (Georgien).

26. bei Sonnenuntergang 5 Erdstösse zu Ramazan und den benachbarten Dörfern (Türkei und Griechenland).

— ? nach 1h Morgens starkes Erdbeben zu Tiflis.

28. um 2h 6′ Morgens neuer Erdstoss zu Santiago de Cuba, beinahe eben so stark als die am 20., 21. und 22. und stärker als die folgenden Tage.

— 2 Stösse zu Gonaïves (Haiti).

29. um 0h 44′ Abends neue Stösse zu Santiago de Cuba, welche, obwohl leicht, doch die Bestürzung vermehrten.

30. um 1¾h Morgens ein Erdbeben zu Palma (Majorka) und einigen benachbarten Dörfern, welches beinahe eben so heftig als das vom 15. Mai 1851 war. Die zahlreichen Stösse, welche demselben folgten, zwangen die Bevölkerung sich auf die öffentlichen Plätze und das freie Land zurückzuziehen.

— um 9h Abends Getöse zu Coquimbo von 50 Secunden Dauer; darauf ein Erdbeben von Ost nach West.

— um 9h 17′ Abends beinahe unmerklicher Erdstoss zu Santiago (Chile).

September 1852.

2. gegen 2¾h Morgens zu Coarraze (Basses-Pyrénées) und in dem ganzen Thale des Gave bis Cauterets ein Erdstoss von einigen Secunden Dauer, dem ein anhaltendes Getöse folgte.

— um 2¾h Morgens zu Coquimbo ein starker Stoss von Ost nach West, dem ein grosses Getöse voranging; um 4 Uhr Abends ein viermaliges Gebrüll in Zwischenräumen von 5 Secunden; nur das letzte war von einer merkbaren Bewegung der Gebäude begleitet.

2. 4—7 starke Erneuerung der Eruption des Aetna.
3. um $9\frac{1}{2}^h$ Abends heftiges Getöse zu Perth (Schottland), welches Thüren und Fenster erzittern liess und dem eine Viertelstunde nachher ein glänzender Blitz und ein Donnerschlag folgte. Das Ungewitter dauerte 20 Minuten. Das Getöse wurde unzweifelhaft von einem leichten Erdstosse begleitet, den man überall in der Umgebung fühlte.
5. Erdstoss zu Santiago de Cuba und um $11\frac{1}{4}^h$ Morgens in der Sierra Maestra.
— um 3^h Morgens starker Stoss von O nach W zu Coquimbo von 65 Secunden Dauer; von 7—11^h Morgens noch 3 andere Stösse.
8. gegen $10\frac{1}{2}^h$ Abends ein Erdstoss zu Smyrna von NW nach SO von 7 Secunden Dauer. Das Meer stieg, obwohl der Wind nicht wehte schon vor $10\frac{1}{2}^h$. Die Erschütterung wurde von einem heftigen Windstosse und schrecklichem Geheul der in den Strassen zerstreuten Hunde begleitet.
9. gegen 6^h Morgens Erdstoss zu Rossano (Calabrien) von 2 Secunden Dauer.
11. Erdstoss zu Rossano (Calabrien).
— gegen $6\frac{1}{2}^h$ Morgens ein starker Stoss am Mont d'Or (Provinz Andalusien).
— um $4\frac{1}{2}^h$ Abends zwei starke Erdstösse zu Coquimbo ohne Getöse; der erste vertical und von 6 Secunden Dauer; der zweite von NW kommend. —
— um 4^h 38′ Abends leichter Stoss zu Santiago (Chile).
12. gegen 3^h Morgens leichter Stoss zu Smyrna.
— um 4^h 6′ Abends zwei leichte Stösse zu Santiago (Chile).
— um 10^h 45′ Abends einige Stösse von NNW—SSO zu Banjoemas (Java).
13. um 8^h 2′ Morgens ein Erdstoss zu Coquimbo.
14. um $2\frac{1}{2}^h$ Morgens ein leichter Stoss zu Smyrna.
16. um $6\frac{1}{2}^h$ Abends Oscillationen des Bodens zu Manila, deren Intensität sehr schnell wuchs und zuletzt in ein heftiges Zittern von einer, nach Andern von 3 Minuten Dauer überging. Dieses erste Erdbeben beschädigte eine Menge Häuser; 5 andere Stösse folgten während der Nacht, nach andern Berichten wiederholten sie sich von Stunde zu Stunde, nicht nur während der Nacht, sondern bis zum 19., indem sie allmählich kürzer und schwächer wurden. Den ersten Stössen ging absolute Windstille und drückende Wärme voraus und die See war phosphorescirend; im Augenblicke derselben rieselte ein feiner Regen von kurzer Dauer herab und das Wasser in den Brunnen stieg mit einem Male zu grosser Höhe. Das Thermometer zeigte 23° und das Barometer 29p 82. Eine spanische Brigantine, welche von China kam, fühlte den ersten Stoss auf 17° 30′ n. Br. und 118° 50′ ö. L. v. Gr. Eine französische Fregatte erlebte zu

gleicher Zeit eine dreitägige Windstille bei drückender Wärme. Um 8^h 10′, 10^h 15′ und 11^h Abends fanden neue sehr heftige Stösse statt, deren man überhaupt an diesem Tage 19 zählte. Die Vulkane Albay und Taal waren dabei in beständiger Eruption*).

17. Neben vielen andern Stössen zu Manila fanden sehr heftige statt um 4^h, 9^h, $10\frac{1}{4}^h$ und $11\frac{1}{4}^h$ Morgens. Dieselben wiederholten sich überhaupt bis zum 30. September sehr zahlreich.

— und 18. September in Folge furchtbarer Regengüsse verheerende Ueberschwemmungen im Rheinthal; am 18. will man während eines sehr heftigen Regens einen Erdstoss zu Basel gefühlt haben.

18. 3^h Morgens Erdstoss zu Abingdon (Virg.). Den nämlichen Tag auch ein Erdbeben auf den Antillen.

19. heftige Erschütterungen zu Bayazid zwischen dem Ararat und dem See von Wan.

20. ein bemerkenswerther Stoss zu Santiago de Cuba, wo sie überhaupt während des ganzen Monats sehr zahlreich waren. — In den Tagen vor dem

21. furchtbare Regengüsse und Ueberschwemmungen in Unteritalien.

22. 7^h Morgens schwacher Stoss zu Nizza.

— um 11^h Morgens Erdbeben zu Erie (Pennsylvanien).

23. um 9^h Abends heftiges Erdbeben auf der Insel Decima (Bai von Nangasaki).

— bis 27. furchtbare Regengüsse auf Sicilien und Erneuerung der Eruption des Aetna.

25. sehr heftiger Erdstoss auf der Halbinsel Camarines (Luzon), die bei den Erschütterungen vom 16. September nur wenig gelitten hatte, der aber zu Manila kaum bemerkbar war.

30. um 5^h 30′ Morgens Erdbeben zu Coquimbo.

October 1852.

2. um 3^h 25′ Morgens Erdstoss von 13 Secunden Dauer zu Coquimbo.

— Nachmittags Erdbeben zu Valparaiso.

— heftige Stürme in der Nord- und Ostsee.

4. um $1\frac{1}{2}^h$ Abends starker Stoss zu Santiago de Cuba.

*) Nach einem andern Berichte Perrey's, in seinem Memoire über die Erdbeben und Vulkanausbrüche auf den Philippinen p. 188, öffnete der Taal unmittelbar nach dem ersten Stosse seinen ungeheuren Krater und anstatt Lava warf er compacte Massen von Rauch, Sand und Wasser in grosser Menge aus; in Folge dieser Eruption nahmen die Erschütterungen beträchtlich an Kraft ab. Am Vulkan von Albay jedoch, der in beständiger Thätigkeit ist, trat das entgegengesetzte Phänomen ein, wenige Tage nach den Erschütterungen schloss er seinen Krater ohne vorhergehende Eruption und darauf folgte denn am 25. September das Erdbeben auf der Halbinsel Camarines.

5. um 2^h Abends starker Stoss in der Sierra Maestra (Cuba).
— um 4^h 28′ Abends zu Geisslingen (Würtemberg) zwei verticale Stösse; der zweite war stärker als der erste. In demselben Augenblicke beruhigte sich das ausgebrochene Unwetter in solchem Maasse, dass man nicht das kleinste Blatt sich in den Gärten bewegen sah.
— Nachts Erdbeben zu Solothurn (Schweiz).
7. um 6^h 35′ Morgens Erdstoss von 8 Secunden Dauer zu Santiago (Chile).
— Erdbeben zu Valparaiso.
10. 7^h Abends Erdbeben zu Clinton (Georgien).
— neue heftige Stösse zu Manila.
11. heftige Erdstösse zu Manila.
— um 8^h Abends und um Mitternacht Erdbeben in Georgien (Ver. Staaten).
— starker Erdstoss auf Banda.
— Erdbeben auf den Antillen.
12. Sehr heftiger Erdstoss auf Manila um $5\frac{1}{2}^h$ Morgens; er dauerte mehrere Minuten; sie waren dort überhaupt sehr zahlreich während des ganzen Monats.
— um 4^h Morgens Erdbeben in Georgien (Ver. Staaten).
— um 11^h 30′ Morgens mehrere heftige Stösse zu Tjilatjap (Java). Gegen Mittag vier Stösse von O nach W zu Poerwoedjo und Keboemen. Zu Galoe (Tjiamis) um die nämliche Stunde ein heftiger Stoss von Süd nach Nord. Temperatur 82° F. — Um 7^h 30′ Abends ein leichter Stoss von N nach S zu Tagal, der in gleicher Richtung gegen 8^h Abends auch zu Magelang gefühlt wurde. Zu Keboemen um die nämliche Stunde leichte Stösse von O nach W.
13. um 4^h 58′ Morgens leichtes Erdbeben von 4—5 Stössen zu Malaga; sechs Minuten nachher fand noch ein leichter Stoss statt.
— um $11\frac{1}{2}^h$ Morgens starkes Erdbeben zu Banjoemas, Tjilatjap und Bandjarnegara (Java), das auch zu Galoe (Residentschaft Cheribon) und zu Keboemen (Residentschaft Poerworedjo) gefühlt wurde.
— an diesem Tage befand sich das Schiff le Maries 12 Meilen vom Aequator und 19° w. v. Greenw., als es plötzlich ein dumpfes aus dem Meer kommendes Getöse hörte und einen starken Stoss erhielt. Das Meer hob sich in enormen Wogen, der Wind blies von allen Seiten, so dass das Schiff nicht mehr dem Steuer folgte und man sich verloren glaubte. Diese Erscheinung dauerte 15 Minuten, dann beruhigte sich das Wasser nach und nach und als Alles vorbei war, waren die Schiffe in Sicht verschwunden, dagegen schwammen viele Trümmern umher.
14. zwischen 4 und 5^h Morgens Erdbeben zu Cadix.
15. um 8^h Abends zu Koetoeardjo (Java) vier Stösse von O-W; zu

Galoe (Tjiamis) um 8^h 15' Abends drei Stösse von S nach N, die auch zu Banjoemas, Tjilatjap, Bandjarnegara und Keboemen gefühlt wurden. Um 7^h 50' Abends schon ein leichter Stoss zu Tagal von S nach N, der auch an andern Puncten der Residentschaft und zu Magelang gefühlt wurde; gegen 8^h dann ein neuer Stoss in gleicher Richtung.

15. Nachts zwei heftige Stösse im Neutra'er Comitat (Ungarn), vorzüglich zu Sassons und Stephanus.

16. Erdbeben zu Sagor (Steiermark).

— um 5^h 20' Morgens Erdbeben zu Algier, bemerkenswerth durch seine Dauer und seine Intensität. Man zählte 12 oscillatorische Bewegungen, gerichtet nach den Einen von O nach W, nach Andern von SO nach NW.

— Morgens ein schwacher Erdstoss von W nach O zu Nizza.

17. Erdbeben zu Sagor (Steiermark).

— Erdbeben auf den Antillen.

— Um 9^h 7' 33" Morgens leichter Stoss von S nach N zu Buitenzorg (Java).

19. um $4\frac{3}{4}^h$ Morgens starkes Erdbeben auf Hawai.

— um 3^h 25' Morgens schreckliches Erdbeben auf der Insel Tschesme (Anatoli); vier Stösse folgten sich in kurzen Zwischenräumen. Die Luft war bewegt wie während eines Orkans.

— in der Nacht zum 20. October starker Erdstoss von einigen Secunden Dauer zu Gellivara (Schweden); seit 24 Stunden war Schnee gefallen.

20. um 7^h und $7\frac{1}{2}$ Uhr fühlte man neue, aber schwache Stösse zu Smyrna; dieselben gingen von SO nach NW oder nach Granich von O nach W.

— um $4\frac{1}{2}^h$ Morgens Erdbeben in England.

— in der Morgenstunde heftiger Stoss zu Antequera (Prov. Malaga).

22. um Mitternacht Erdbeben zu Clinton (Georgien); an demselben Tage auch auf der Insel St. Luzie (Antillen).

25. Erdbeben zu Axboda und Guerrero (Mexiko).

— Erdstoss zu Malaga bei drückender Wärme.

27. um 11^h 30' Morgens Erdstoss von W nach O zu Knoxville (Tennessee). Die Luft war dabei erstickend, ohne das geringste Wehen des Windes. Den nämlichen Tag um 8^h bemerkte man ein glänzendes Meteor.

28. gegen $6\frac{3}{4}^h$ Morgens in der Residentschaft Cheribon (Regentschaft Galoe, Java) zwei starke Stösse. Die Nacht vorher war das Wetter warm und bedeckt gewesen; vor und während des Erdbebens war es ruhig und schwül, es waren einige Regentropfen gefallen; sogleich darnach erhob sich aber der Wind, gefolgt von heftigem Regen. An mehreren Stellen war das Erdbeben von Donnerschlägen begleitet.

28. Eruption des Koselkoi auf Kamtschatka.
30. Erdstoss zu Malaga (Spanien).
31. Erdbeben auf Trinidad.
Im Laufe des Monats Erdstösse zu Santiago de Cuba in mehr oder weniger langen Zwischenräumen; vorzüglich in den ersten Tagen.

November 1852.

2. um 6^h 35′ Abends ein Stoss zu Richmond, Petersburg und Scotteville (Virginien).
5. zwischen 10 und 11^h Abends drei leichte Stösse zu Gironne und Umgebung.
— um 6^h 23′ Erdstoss zu Santiago (Chile).
6. Erdstoss in Virginien.
— Nachts Erdstoss zu Santiago (Cuba).
8. um 2^h Morgens ein Stoss, gegen 5^h Morgens zwei leichte Stösse und gegen Mitternacht ein Stoss zu Reggio (Calabrien).
— zum 9. Nachts zwei Erdstösse zu Cosenza.
— um $10\frac{1}{2}^h$ Abends ein erster Stoss zu Barnage (Staffordshire).
— um Mitternacht zum 9. November ein Stoss zu Dublin.
9. um 4^h 20′ Morgens zwei Erdstösse zu Liverpool und Umgebung, begleitet von dumpfem Geräusche. Sie waren beide sehr heftig und dauerten jeder mehrere Secunden; kurz nachher regnete es ein wenig. Von Bangor und Holyhead erwähnt man nur einen Stoss um 4^h 30′ mit dumpfem Geräusche. Man führt noch an Manchester, Fletwood, Congleton und ganz Wales; ferner in Irland Dublin, Kingston, Bray, Kilruddery, Dalkey, Glenagarry, Howth, Clontarf, Glusnevin etc. Die Richtung scheint von N nach S gewesen zu sein.
— am 9. November sahen die Passagiere des Cortez, bei der Ueberfahrt nach Californien, 60 Meilen von Acapulco einen Vulkan in voller Thätigkeit (keine nähere Angabe).
— um $4\frac{3}{4}^h$ Morgens ein leichter Stoss zu Reggio.
— um 8^h 55′ zwei wellenförmige Stösse von kurzer Dauer zu Cosenza.
10. Erd- und Seebeben zu Amboina.
— um $7\frac{1}{2}^h$ Morgens ein leichter Stoss am Pharo von Livorno, dem ein Steigen und Fallen des Meerwassers voranging und folgte.
— ziemlich starker Erdstoss zu Santiago de Cuba.
— Erdbeben auf Jamaika.
11. um 7^h Morgens Erdbeben an der Westküste von Sumatra, zu Singkel und Sibogha (Nias), das einen Raum von 180□Meilen erschütterte. Das Meer war weithin bewegt; man fühlte den Stoss auch im Meere drei Meilen von Gunong Sitoli (Poeloe Nias) und zu Padang auf Sumatra.

14. um 6^h Abends leichter Erdstoss zu Santiago de Cuba; um 11^h Abends noch zwei andere.
15. um 1^h Morgens leichter Stoss zu Santiago de Cuba.
16. um 6^h 10′ Abends starker Erdstoss zu Trisail (Steiermark).
— um 7^h 40′ Morgens Erdbeben auf Banda-Neira und andern Inseln des Archipels; um 8^h grosse Bewegung des Meeres. (Ist dies nicht eine Verwechslung mit dem Erdbeben vom 26. November? Nach manchen Berichten sollen allerdings schon die zahlreichen und furchtbaren Erschütterungen im indischen Archipel am 16. ihren Anfang genommen haben. K.).
17. Erdstoss zu Lima (Peru).
— um 2^h Morgens Erdbeben von ungefähr 2 Secunden Dauer zu Trisail (Steiermark); um 3^h 3′ Abends ein anderer Stoss, einige Secunden nachher noch ein stärkerer, dem beinahe unmittelbar darauf ein letzter folgte. Mehrere dieser Stösse wurden auch zu Sagor bei Gratz und zu Szenitz (Neutra'er Comitat) gefühlt. Atmosphäre äusserst schwül.
19. um 4^h 17′ Abends ein Erdstoss zu Santiago (Chile). Den nämlichen Tag auch ein Erdbeben zu Valparaiso.
— leichte Stösse auf Amboina; englische Journale gaben das Datum vom 10.
— um 0^h 45′ Morgens Erdstoss zu Reggio (Calabrien).
20. Anfang einer Reihe von 32 Erdstössen in Südcalifornien.
— in der Nacht vom 19. zum 20. zwei Stösse im Gebirge von Tione (an der Trenta).
— gegen 3^h Morgens heftiger Stoss zu Poët-Laval (Drôme), begleitet von dumpfem Geräusche, das über eine Minute dauerte. Zwischen 3 und 4^h Morgens ziemlich starkes Erdbeben zu Dieu-le-Fit (Drôme) und ein Dutzend der umgebenden Gemeinden.
21. starke Repetition der Eruption des Aetna.
— um 0^h 30′ Morgens Erdstoss zu Santiago (Chile).
— um $5\frac{1}{2}^h$ Morgens Erdstoss zu Tione (Trenta).
— gegen $\frac{3}{4}1$ Uhr Morgens im ganzen Süden von Java bis Samarang, Dagelen und Kadoe dumpfes Geräusch, gefolgt von heftigen Erschütterungen des Bodens, die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Minute dauerten. Richtung von SW nach NO. Im östlichen Theile erfuhr man nur einen leichten Stoss von O nach W. Der Mittelpunct der Erschütterungen war die Regentschaft Preanger, wo sie am heftigsten auftraten. Zu Batavia war 12^h 44′ das Pendel einer astronomischen Uhr noch in Ruhe, eine Minute später machte es eine Bewegung von N nach S.
22. gegen 6^h Morgens drei Stösse, von denen der letzte der heftigste war, in Zwischenräumen von 2—3 Minuten zu Dieu-le-Fit (Drôme). Nachmittags neue Bewegungen. Die Stösse wiederholten sich 8 Tage lang, aber nicht täglich. Alle waren von dumpfem Geräusche, gleich dem eines entfernten Donners begleitet.

22. um 9^h 50′ Morgens Erdstoss zu Santiago de Cuba.
23. kurz vor Mitternacht ein Erdstoss in Californien, begleitet von Donner und Blitz und einer Art Eruption (bursting) eines See's.
— um 6^h 42′ Morgens ein leichter Stoss von NW nach SO zu Surabaja, der auch zu Samarang und Pasuruan gefühlt wurde; er war von einer Bewegung des Wassers im Meere von Grati von S nach N begleitet.
24. in der Morgenstunde ziemlich starker Stoss zu Tione.
— um 9^h 50′ Abends Erdstoss zu San-Remo (Piemont), erst wellenförmig, dann vertical von 10—12 Secunden Dauer, dem dumpfes Geräusch voranging.
— ein Stoss zu Lake-Merced (Californien), in Folge dessen das Wasser des See's zum Theil verschwand.
25. Nachts heftiger Erdstoss zu Port-au-Prince (Haiti).
— drei Erdstösse auf der Insel Bachian (Molukken).
26. A. Amerika. 1. Westindien: Morgens ein Stoss zu Jamaika und Port-au-Prince. Um 3^h 25′ Morgens (nach Andern um 3^h 8′ ein heftiger Stoss zu Santiago auf Cuba, gefolgt von Oscillationen, die nach und nach an Stärke abnahmen. Sie hatten noch nicht vollkommen aufgehört, als eine rüttelnde Undulation, ähnlich der, die man auf einem Meere mit kurzen und gebrochenen Wogen wahrnimmt, die Gebäude schüttelte und umwarf. Obwohl es schwer war die Dauer des Phänomens genau zu schätzen, so mochte es doch ungefähr 40 Secunden gedauert haben. Die Bewegung war nicht wie im August von NO nach SW, sondern genau von N nach S. Die Richtung der Ruinen und die Risse in den Gebäuden zeigten dies ganz genau. Von da an liessen sich zwei oder dreimal jeden Tag leichtere Stösse fühlen, die Stadt ist beinahe unbewohnbar geworden. Alle Gebäude liegen in Ruinen oder sind wenigstens so beschädigt, dass es unmöglich ist, sie zu repariren. Das umgebende Land hat in gleicher Weise gelitten. Das Erdbeben war stärker als das am 20. und 21. August. — Um $3^1/_4{}^h$ Morgens fühlte man für diesen Tag den heftigsten Stoss in den Minen von El-Cobre, die in den Tagen des 20. und 21. August beinahe nichts gefühlt hatten. Um 4^h Morgens neuer starker Stoss zu Santiago de Cuba. Um $8^1/_4{}^h$ Morgens schreckliches Erdbeben in der Sierra Maestra (Cuba); man zählte in $1^3/_4$ Stunden 11 Stösse. Neue Stösse fanden statt um 2^h 23′, 2^h 30′, 5^h 15′ und 8^h 15′ Abends.

2. Californien: am 26. November 11 Erdstösse zu San Simeon; eine gleiche Anzahl zu Los Angeles und San Gabriel. Die Expedition, welche vom Camp Yuma nach San Diego ging, erfuhr beinahe die nämliche Anzahl. Dies Erdbeben wurde gefühlt im ganzen Lande im Osten und im Süden von San Luis Obispo, zu San Diego und am Colorado River in einer Ausdehnung von 300 Meilen und selbst noch im Süden des Colorado bis Guyamas in der Provinz

Sonora. — Während der sechs folgenden Tage wurde der ganze Süden des Staates Californien in kurzen Zwischenräumen erschüttert. Ein Schlammvulkan in der Wüste des Colorado und ein anderer im Süden desselben hatten dabei Eruptionen. Auch während des ganzen Monats December wurden der Süden und das Centrum Californiens noch fortwährend durch Stösse stark bewegt, die sich bis zum 37° n. Br. ausbreiteten. Sie hielten überhaupt bis zum 5. Januar 1853 an.

B. Ostindien: Um 6^h 45′ Morgens ein leichter Stoss zu Surabaya (Java), der auch in Sumanap gefühlt wurde.

Um 7^h 40′ Morgens fand ein starker verticaler Stoss zu Banda-Neira statt. Diese Bewegung verwandelte sich plötzlich in Undulationen von SO nach NW und dauerte 5 Minuten. Der Boden öffnete sich dabei an vielen Stellen und ein Theil des Papenbergs stürzte ein. Alle Einwohner flohen aus ihren Wohnungen und es war unmöglich sich ohne eine Stütze aufrecht zu erhalten. In der Morgenstunde war ein wenig Regen gefallen, aber das Wetter war im Ganzen nicht schlecht. Bei der ersten Bewegung stürzten alle Häuser ein oder wurden sehr beschädigt. Das Dorf Zonnegat wurde ganz zerstört; auf Gross Banda blieb kein Stein auf dem andern und ebenso litten die Districte von Louthoir, Selamoe und Fura. Der Gunong Api war während der Erschütterung vollständig ruhig geblieben und der Rauch, der aus ihm aufstieg, war nicht intensiver geworden. Nach kaum einer Viertelstunde, wo die Ruhe wieder hergestellt zu sein schien, fing eine furchtbare Bewegung des Wassers an. Das Meer schwoll auf und zwang die Einwohner sich auf hochgelegene Puncte zu flüchten. In einem Augenblicke leerte sich die Bai und füllte sich wieder. Das Schiff Aliat-al-Racham, 5 Brassen Wasser habend, strandete zweimal und die Brigg Haai, Kapitain van Römer, wurde weit vom Lande weggerissen und mehrmals an das Ufer geworfen. In einem Berichte des Letzteren heisst es: »In dem Augenblick, wo der Stoss auf Gross-Banda auf dem Lande stattfand, fühlten wir auf unserer Brigg, die 6 Klafter Wasser hatte, einen verticalen Stoss mit einer wellenförmigen Bewegung von SO nach NW, wie wenn das Schiff gestrandet wäre; das Verdeck schien unter unsern Füssen zu weichen; dieses Gefühl dauerte 2 Minuten, (auf dem Lande der Stoss 5 Minuten). Indem wir die Augen auf die Inseln warfen, welche uns umgaben, Banda neira, Louthoir etc., sahen wir überall Staubsäulen, die sich von den einstürzenden Gebäuden erhoben. Um 8^h 10′, also eine halbe Stunde später, schwollen die Gewässer etwas auf und zogen sich dann mit einer unglaublichen Geschwindigkeit in der Richtung nach SO zurück. Die Bai entleerte sich in einem Augenblicke, und beim tiefsten Stande des Wassers hatten wir nur noch eine Tiefe von 3¾ Klaftern. Von diesem Augenblicke an schwollen die Wogen

von Neuem mit einer Schnelligkeit an, grösser als die, mit der sie sich zurückgezogen hatten und rissen vom Ufer 65 Prawen weg, die sie erst auf dem Trocknen gelassen hatten. Zwischen dem Anfang des Rückzugs des Wassers und dem Moment seiner grössten Höhe, wo wir 7¼ Klafter hatten, fand ein Zeitraum von 20 Minuten statt, nach welchem sie sich wieder mit furchtbarer Geschwindigkeit zurückzogen. 20 Minuten nachher hatten sie wieder ihre grösste Höhe, und wir sondirten 8 Klafter. Dieses Mal war die Woge um so viel heftiger und schrecklicher, als sie höher war und das Wasser erniedrigte sich darauf um 26 Fuss. Viermal erneuerte sich so die Woge, immer gleich schrecklich, nach derselben Richtung und in gleichen Zeit-Intervallen. Um 10½ Uhr mässigte sich die Bewegung etwas und nach über einer Stunde fand sie in immer längeren und längeren Zwischenräumen statt.« Auf Amboina fühlte man um 8½^h Stösse, die 5 Minuten dauerten, und von NO nach WSW (?) gerichtet waren; sie richteten keinen schweren Schaden an, auch war dort die Bewegung des Wassers in der Bai nur leicht. Dagegen war sie in der von Saparoea und von Tiouw, wo auch die Erschütterungen sehr heftig gefühlt wurden, so beträchtlich, dass das Wasser sich 10 Fuss über die Grenze der höchsten Fluthen erhob und darauf so tief sank, dass Orte, wo gewöhnlich 5—6 Brassen (à 5 Pariser Fuss) Wassertiefe waren, trocken gelegt wurden. Schwere Verheerungen wurden auf Rossengein und Ai angerichtet, ebenso zu Ceram, wo das ganze Land überschwemmt und eine Menge Wohnungen zerstört wurden. Gross-Banda und Banda-Neira wurden vollständig überschwemmt; auf letzterer Insel überschritten die Wogen sogar das Fort Nassau und kamen bis zu dem Fusse des Hügels, auf welchem das Fort Belgica gebaut ist. Auf Ternate hatte man zwei wenig gefährliche Stösse an gleichem Tage und zu gleicher Stunde. Das Wetter war schön, der Vulkan von Ternate blieb ruhig, aber man hörte einige unterirdische Explosionen. Die Stösse erneuerten sich dort mehrere Tage aber ohne Schaden. Auf Bachian fühlte man an diesem Tage 5 Stösse. Auf Java und Sumatra wurden Erschütterungen gefühlt zu Krawang, Magelang, Bantam, Banjoemas, Tagal, Pegalongan, und im Districte von Lampongs. Auf der Insel Banda, welche jedenfalls dem Heerde des Erdbebens am nächsten lag, verging bis zum 24. Januar 1853 kaum eine Stunde, wo der Boden nicht mehr oder weniger bewegt worden wäre. Der Mittelpunct dieser weitausgebreiteten Erschütterungen war, nach der Richtung der Stösse und der der Meereswellen zu urtheilen, ein Punct im Südosten Banda's. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass man im Jahre 1853 grosse Veränderungen in der Umgebung der Key-Eilande bemerkte, die man den vulkanischen Erscheinungen des Jahres 1852 zuschrieb. Namentlich waren zwischen den Inseln Trando und Kauwer drei

Korallenbänke gehoben worden, von denen jedoch eine im Laufe des Jahres 1853 wieder verschwand. Welche ungeheure Störungen im Schoosse des Oceans durch die mit diesem Erdbeben verbundenen Fluthen hervorgerufen wurden, beweist eine Note von Kapitain Grant an Maury. Derselbe, welcher auf der Fahrt von New-York nach Australien war, bemerkt in seiner Logbuch-Tabelle Folgendes: »Unter 38⁰ s. Br. und 6° ö. L. fand ich die Wasser-Temperatur = 56⁰ ($10^2/_3$⁰ R.). Mein Curs ging von da an fast östlich, nur ein wenig nach Süden nach dem Meridian von 41° ö. L., wo derselbe von dem Parallel des 42⁰ s. Br. geschnitten wird. Hier stand das Wasser-Thermometer auf 50⁰; aber zwischen diesen beiden Puncten war es auf 60⁰ und darüber gestiegen, ja unter dem 39⁰ s. Br. stand es sogar 73⁰; hier also war ein Strom, »ein mächtiger Fluss im Ocean«, von 1600 Meilen im Querschnitt von Ost gegen West, dessen Wasser in der Mitte 23⁰ ($10^2/_9$⁰ R.) wärmer war, als an den Seiten«. — Maury bemerkt dazu, ohne eine Kenntniss, wie es scheint, von den furchtbaren Ereignissen vom 26. November bis 24. December im indischen Ocean zu haben, Folgendes: »Dieser Strom ist nicht immer so breit und so warm, wie ihn Kapitain Grant beobachtete. Wir erkennen in dem Volumen erwärmten Wassers nach dem, was Kapitain Grant, ein genauer und sorgfältiger Beobachter, darüber berichtet, ein Beispiel jener Art krampf- und fieberhafter Anstrengungen, zu welchen die See, indem sie ohne Rast und Ruhe ihre Aufgabe erfüllt, zuweilen ihre Thätigkeit potenzirt. Durch irgend welche Umstände scheint das Gleichgewicht dieser oceanischen Gewässer, während sie Kapitain Grant im December 1852 durchschiffte, in ungewöhnlicher Ausdehnung gestört worden zu sein; daher rührte dann dieses gewaltige Drängen der überwarmen Gewässer aus dem grossen Kessel der beiden tropischen Meere gegen den Südpol«.

— Am 26. November endlich fand auch noch ein Erdstoss in Reggio (Calabrien) statt. Merkwürdigerweise wird ausdrücklich von demselben bemerkt, dass er der letzte in der langanhaltenden Krisis war, die das Gebiet des Aspromonte im Jahre 1852 heimsuchte.

27. um 5ʰ und 8ʰ 15′ Abends Erdstösse auf Santiago de Cuba.

— 3 Erdstösse auf der Insel Bachian (Molukken).

— um 7ʰ Morgens Erdbeben zu Lima und im Meere bei Peru.

— gegen 11ʰ Abends Erdbeben zu Salem (Massachus.) und Exeter (N.-H.).

— um 11ʰ 45′ Explosion und dumpfes Geräusch zu Newbury-Port (Massach.) und längs des Thales von Merrimac. — Erdstoss von 30 Secunden Dauer zu Beverly, Woburn, Groton, Wenham, Danvers, Amesbury, Tapsfield, Hamilton, Ipswich und Portsmouth.

28. Erdstoss auf der Insel Bachian (Molukken).

28\. neue Stösse zu Santiago de Cuba, von denen der um 4^h 20′ Abends der heftigste war.

— um 4^h 30′ Morgens Stoss zu Santiago in Chile.

29\. um Mitternacht vom 28. zum 29. und um 3^h Morgens Stösse zu Santiago de Cuba.

— um 0^h 20′ Abends zu San Diego und Fort-Yuma ein Erdstoss, dem im Laufe dieses und des nächstfolgenden Tages noch ein Dutzend andere folgten. Man fühlte sie auch zu Campo-Yuma am Gila und an den Ufern des Colorado-River (Mexiko). Ein Schiff im Meere kam auf's Trockne. Die Erde erhob sich und fiel schnell wieder in ihr früheres Niveau.

30\. um 11^h 45′ Morgens Erdstoss zu Santiago de Cuba.

Im Laufe des Monats November Eruption des Vulkans von Antuco in Chile, die am 8. Januar 1853 noch andauerte. Der Vulkan von Villarica, beinahe 2° südlicher, brannte auch bis Ende 1852, sowie 2 andere weniger bekannte, der Llayma und der Llogol, welche zwischen den beiden vorigen liegen.

December 1852.

2\. um 4^h 32′ und 6^h 15′ Morgens Erdstösse zu Santiago de Cuba.

— um 1^h 30′ Abends Erdbeben zu Santiago in Chile.

3\. um 1^h 15′ Morgens Erdstoss zu Santiago de Cuba.

— um 11^h Morgens leichter Stoss zu Saint-André auf Jamaika.

4\. um 10^h 20′ Abends furchtbares Erdbeben zu Acapulco (Mexiko). Die Erde bewegte sich mit entsetzlichem Getöse in verticaler Richtung und erlitt in jeder Secunde 4 bis 5 Stösse. Beinahe alle Häuser stürzten ein. Wolken von Staub erfüllten die Stadt und die Bewohner eilten auf Strassen und Plätze, um nicht unter den Trümmern ihrer Häuser verschüttet zu werden. Die Stadt war nur noch ein Schutthaufen. Glücklicherweise war die Stunde noch nicht so weit vorgerückt, so dass Jedermann noch munter war. Das Meer zog sich ungefähr 20 Fuss weit zurück und man befürchtete, dass es mit Kraft zurückkommen und Alles verschlingen werde, aber es nahm nach und nach wieder seinen gewöhnlichen Stand ein. Die Erschütterungen dauerten in kurzen Zwischenräumen die ganze Nacht. Während der nächsten 14 Tage kam Niemand zur Ruhe und selbst im März des nächsten Jahres empfand man noch von Zeit zu Zeit leichte Stösse. Minder heftig waren die Erschütterungen zu Veracruz, Jalapa, Puebla, Mexiko, Caureavaca, Chilpananga, Chilapo etc. Das Erdbeben kam ohne vorherige Anzeichen, ausser dass Abends um 6 Uhr das Quecksilber plötzlich bis 88 stieg, 3 Grad Wärme mehr als den Tag über gewesen.

— am Pharo von Livorno unterirdisches Getöse, das sich in Intervallen von $1\frac{1}{2}$ Stunde den ganzen Tag erneuerte.

5. beinahe jede Stunde ein Stoss zu Acapulco; ebenso am 6., 7. und 8.

— gegen 11^h Abends Erdstoss zu Campo-Yuma am Gila (Californien).

6. um 8^h Morgens am Pharo von Livorno ein Getöse wie entfernter Kanonendonner; dasselbe in der Nacht vom 6. zum 7. December.

— um 4^h Abends Erdbeben zu Sselenginsk.

7. Erdbeben zu Valdivia in Chile.

9. zahlreiche Stösse in Acapulco. Nachmittags war man seines Lebens nicht mehr sicher, indem Stoss auf Stoss folgte, die die noch stehen gebliebenen Ruinen einstürzten.

— Erneuerung der Eruption des Aetna, die man beendigt glaubte.

— Erdbeben in Unteritalien zu Foggia, S. Severino, Torre Maggiore, Apricena, Lucera, Monte S. Angelo, S. Paolo, Lesina, S. Giovani Rotondo und Cagnava.

— leichter Erdstoss zu Dieu-le-Fit, Poët Laval und den benachbarten Gemeinden.

10. um 10^h 50′ Abends Erdbeben zu Santiago de Cuba.

— zwei leichte Stösse zu Kingston (Jamaika).

11. Nachts empfindlicher Erdstoss zu Zafarana am Aetna.

12. vor dem 12 leichte Stösse zu Guerrero in Mexiko.

13. um 2½^h Morgens Erdstoss zu Ulm und Dillingen, begleitet von einem Donnerschlag.

— um 9^h Abends zu Albertville (Savoyen) zwei mittelmässige Stösse in kurzen Zwischenräumen. Man fühlte sie auch zu Ugines, la Roche Chevrin, Saint Paul, Blay, Grignon und Chevron.

14. um 0^h 45′ Abends Erdstoss von Ost nach West zu Coquimbo.

— kurz vor 7^h Morgens starker Stoss zu Laval (Mayenne).

— neue Stösse zu Santiago de Cuba.

15. um 4^h Abends ein Stoss zu Carlton, Orleans (Connect.) und New-York.

16. Erdbeben zu Shanghai und Ningpo (China); eben so heftig als das vom August 1846.

— an demselben Tage fürchterlicher Sturm mit Gewitter und Hagel in Nordwales. Am folgenden Tage (17) schnelles Steigen des Barometers in Lancashire dicht an der irischen See. Zu Preston stand es Mittags den 17. December 28,918 Zoll; am 18. Mittags 30,324 Zoll. An der Niederelbe am 16. December starker Wind von S zu W bis SW zu W laufend in 5 Stunden, bei ausserordentlich milder Temperatur; Abends Wind stärker, nach Mitternacht Sturm. Am 17. December Sturm aus SSW mit Regenschauern. Am 18. December Sturm aus NW; am 19. December Abends und Nachts Sturm und Regen, Wind SW. Am 20. December Vormittags heller Sturm, Wind Süden, Abends und Nachts fliegender Sturm, Wind W zu S.

17. zwei heftige Stösse zu San Luis Obispo (Californien).

18. Erdbeben zu Acapulco.

18. um 1^h 41′ Abends zwei Erdstösse zu Santiago in Chile.
20. vor dem 20. einige 20 Stösse auf Fayal (Azoren).
— um 4^h 55′ Morgens Erdstösse zu Pjatigorsk (Kaukasien).
21. um 0^h 45′ Morgens ausserordentlich heftige Erdstösse zu Batavia in der Richtung von SO nach NW, denen unterirdisches Rollen vorанging; sie dauerten mehrere Minuten. In dem nämlichen Augenblicke starkes Erdbeben von S nach N zu Buitenzorg, ferner zu Krawang, Magelang, Bantam, Banyumas, Tagal, Pekalongan und im Districte von Lampongs. Zu Samarang ging der Stoss von SO nach NW, zu Magelang und Temangong von O nach W, zu Tagal von S nach N, zu Cheribon und Indramayo von O nach W, zu Tjiandjor von S nach N, zu Buitenzorg von SSW nach NNO, zu Serang und Tjiringir von SW nach NO. — Um 1^h Morgens fühlte man einen Stoss im Meere auf 9° 48′ s. Br. und 104° 15′ ö. L. — Im Districte von Lampongs fühlte man den Stoss, der 3 Minuten dauerte und zu Telokbetong von SW nach NO ging um 0^h 39′. Ihm voran ging unterirdisches Getöse. Obwohl am 20. December West und Südwestwind geweht hatte, war doch die Wärme aussergewöhnlich; das Thermometer hatte sich um 1^h Abends auf 91° F. erhoben. Schon seit dem 6. December hatte man Unregelmässigkeiten der Magnetnadel bemerkt. Declination und Inclination waren grösser geworden. Das Erdbeben vom 20. zum 21. December war überhaupt nach einem Berichterstatter das ausgedehnteste, was man je in Java erfahren hat. Es erschütterte auf dieser Insel allein vorzüglich im westlichen Theile einen Raum von 33000□Palen.
— um 11^h 35′ Morgens und 3^h 25′ Abends Stösse zu Santiago (Chile).
— am 21. December fliegender Sturm aus WSW bei ausserordentlich milder Witterung an der Niederelbe.
23. um $8\frac{1}{2}^h$ Abends neue Stösse an den nämlichen Orten wie am 26. November. (Diese und die folgende Notiz ist aus einem Briefe »aus dem Archipel«, welchen Perrey in seinem Verzeichniss der Erdbeben des Jahres 1852 mittheilt; der Abgangsort desselben ist leider nicht angegeben, wahrscheinlicher Weise aber Banda. Bezüglich einzelner Localitäten auf Java herrscht überhaupt in den zahlreichen Berichten über die verschiedenen Erdstösse in den beiden Monaten November und December eine grosse Verwirrung. Vielleicht dürften die unter dem 26. November citirten Ortschaften Krawang, Magelang, Bantam, Banyumas, Tagal und Pekalongan (aber nicht Surabaya und Sumanap) unter den 21. December bloss gehören.). —
24. um 5^h 39′ Abends leichter Stoss zu Lampongs. Um $2\frac{1}{2}$ Uhr zwei neue Stösse auf Banda. Der Vulkan warf in diesem Augenblicke einige Bruchstücke von Lava und Felsstücken aus. Das Meer war dabei so aufgeregt, dass über 400 Prawen zerschellten. Die nämlichen Wirkungen fühlte man auf Ceram, Goram, Amboina, Saparoea,

Haroukou, Tiow, Houtalio, Oma, Wassou, sowie auch zu Ameth, Akoan und Lenitou, Ortschaften der Insel Nassa-Laut.

— leichte Stösse zu Manila.

— um $4^{1}/_{2}{}^{h}$ und 5^{h} 8′ Morgens zwei schwache Stösse zu Santiago de Cuba, wo sie überhaupt den ganzen December sehr zahlreich waren.

25. in der Nacht zum 26. vier Stösse in kurzen Zwischenräumen zu Beaumont-le-Perthus (Vaucluse).

— grosse Milde der Temperatur und furchtbarer Orkan am 25. und 26. December in Irland, England, der Nordhälfte der Nordsee und der Mitte Schwedens.

26. Erdstoss zu los Angeles (Californien).

28. zwei leichte Stösse zu Holquin (Cuba).

— um 7^{h} 21′ Abends vier neue Stösse zu Lampongs von $W^{1}/_{4}S$ nach $O^{1}/_{4}N$ in Zwischenräumen von 2 Minuten.

29. Erdstoss in Schweden dicht an der Ostsee.

Ausser diesen Erdstössen fanden im December noch deren ohne nähere Bezeichnung des Tages statt auf Trinidad, zu Sommersetshire (England), Neu-Süd-Wales (Australien), Hamilton (Bermudas), Jamaika, Annatto-Bay, Malaga (Spanien) und St. Luzie (Antillen). Ferner fällt auch noch in diese Periode, vielleicht gleichzeitig mit den californischen Erdstössen die Eruption eines submarinen Vulkans im Westen von Californien. Der »Panama Herald« vom April 1853 theilt darüber Folgendes mit: Das neue Riff, welches gegenwärtig durch seevulkanische Kraftwirkung gebildet wird, liegt SW von St. Clements-Insel, etwa 35 englische Meilen Weges und ist acht englische Meilen von dem von der Vereinigten Staaten Küsten-Survey bezeichneten, aber auf den gewöhnlichen Karten nicht angemerkten Korallenriff entfernt. So weit man in Erfahrung gebracht, ist dieses neue Riff eine halbe englische Meile gross, während es gerade im Kielwässer der Panamadampfer liegt, und ist sowohl von Kapitain Cropper vom Schiff Cortez und dessen erstem Offizier Mr. Healy, als auch von dem Führer des Pacific gesehen worden. Kapitain Cropper war Augenzeuge des folgenden Phänomens*): Die See war spiegelglatt, als plötzlich eine schwere Wassersäule 20 Fuss hoch in die Luft geschleudert ward, welche aus einem allgemeinen Centrum aufgeworfen zu sein schien und, wiewohl weiss von Schaum, doch keineswegs das Aussehen von gewöhnlichen Brechseen hatte. Im Augenblick fiel die Säule wieder und das Wasser ward so glatt, wie es vorhin gewesen. Diese Erscheinung wiederholte sich mehrmals und sie lässt keinen Zweifel übrig, dass dort ein unterseeischer Vulkan vorhanden. Nach

*) Möglicherweise ist dies das oben unter dem 9. November erwähnte Ereigniss, wenigstens ist der Name des Schiffs derselbe; jedoch passt die Entfernung von Acapulco nicht auf jenen Punct.

der an Bord des Dampfers Pacific gemachten Beobachtung liegt dieses neue Riff auf 32° 30′ nördlicher Breite und 119° 8′ westlicher Länge.

Die Summe der hier aufgeführten unterirdischen Störungen in dem letzten Drittel des Jahres 1852 ist jedenfalls eine ganz ausserordentliche. Es ist dieses Jahr nun zwar kein Minimaljahr bezüglich der Sonnenflecken und der Grösse der erdmagnetischen Variationen; dieselben sind jedoch, wie die im Eingange angeführte Tabelle nachweist, seit dem Jahre 1848 entschieden im Rückgange begriffen und die Relativzahl der ersteren im Jahre 1852 schon um die Hälfte herabgesunken. Ausserordentlich stark und weit verbreitete Erdbeben, die sich ausserdem noch durch zahlreiche Repetitionen auszeichneten, fanden statt am 20. und 21. August, 16. September, 26—28. November, 4., 21. und 24. December. Die Tage vom 26—28. November stehen vielleicht einzig in der Geschichte des Vulkanismus da. Vergleichen wir die darauf folgenden Minimaljahre 1854, 1855, 1856 und 1857 mit dem Jahre 1852, so stehen die furchtbaren Erderschütterungen dieser Jahre in ihrer Gesammtheit, wenn man von einem Tage, wie dem 26. November absieht, an welchem sich mehrere allgemeine Erdbeben auf einen Tag concentrirten, doch fast noch grossartiger da. Ich will hier nur an folgende, in ihren Wirkungen ausserordentlich verheerende und zum Theil sehr weit verbreitete Erdbeben erinnern, die ich ausführlicher an einem andern Orte aufgeführt habe*): am 23. December 1854 Zerstörung von Simoda, Obosaca etc. in Japan; am 23. Januar 1855 Erdbeben auf Neu-Seeland, am 28. Februar und 11. April 1855 Zerstörung von Brussa, am 22. März 1855 Erdbeben auf den Philippinen, am 12. Juni 1855 im indischen Archipel, am 3. Juli 1855 zu Scutari in Albanien, am 25. Juli 1855 in der Schweiz und den angrenzenden Ländern, am 24. u. 25. September 1855 zu Truxillo in Honduras, am 12. November 1855 zu Jeddo und Simoda, am 5. December 1855 in den Pyrenäen, am 1. Februar 1856 in Italien, der Schweiz, Albanien und Deutschland, am 12. Februar 1856 in der Provinz Ecuador, am 15. Februar 1856 in Californien, am 22. Februar 1856 in Kleinasien, der Türkei und den Donaufürstenthümern, am 5. August 1856 in Central-Amerika und Jamaika, vom 14—17. August 1856 in China, am 21. August 1856 in Algier, am 12. October 1856 im ganzen Gebiete des mittelländischen Meeres etc.

Beispiele von Antagonismus einzelner Vulkane im indischen Archipel kann man bei der grossen Anzahl von Eruptionen sehr viele finden, wenn man sie finden will. Ich lege den von mir gesammelten keine Wichtigkeit bei. Schon oben bei dem Erdbeben zu Manila am

*) Ueber die Ursachen der in den Jahren 1850—1857 stattgefundenen Erderschütterungen und die Beziehungen derselben zu den Vulkanen und zur Atmosphäre. Stuttgart, 1861.

16. September 1852 wurde ein hierhergehöriger, aber zweifelhafter Fall zwischen Albay und Taal aufgeführt; ein anderer ist folgender: vom 25 — 27. September 1844 Eruption des Semiru auf Java; der Lamongan, sonst immer thätig, blieb während dieses Monats in Ruhe. Dagegen zeigt sich aber ein Antagonismus in der Wirksamkeit der einzelnen Ketten untereinander, der fast ebenso auffällig wie der zwischen der Vulkanreihe von Kamtschatka und den Kurilen, und der der Aleuten zu Tage tritt. Die Uebersicht der Eruptionen in den drei Ketten der Philippinen (von Formosa bis mit Mindanao), der Molukken (von den Sanguirinseln und Celebes bis mit Gross-Banda) und der Reihe der Sunda-Inseln (Sumatra bis zu den Key-Eilanden; Gross-Nicobar, die Barren-Insel und die Vulkane an der Küste von Arracan mit eingerechnet) ist folgende:

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Klut auf Java	1019.			
Erhebung der Insel Mengari bei Surabaya	1286.			
Insel Flores	1559.			
Merbabu auf Java . .	1562.			
Gunong Ringgit auf Java	1586.	Gross-Banda	1586.	
Derselbe am 18. Jan.	1597.			
		Gross-Banda (bis 1615 fast immer thätig)	1598.	
		Ternate am 31. Mai	1599.	
		Ternate	1608.	
		Gross-Banda	1609.	
		Gross-Banda Anfang April	1615.	
			1616.	im Febr. Insel Luzon.
		Insel Gonahpee . . .	1621.	
		Gross-Banda	1629.	
		Gross-Banda	1632.	
		Ternate	1635.	
Insel Timor	1638.			
			1640.	im Januar Sanxil auf Mindanao.
			1641.	Aringuay auf Luzon } am 4. Jan.
		Insel Sanguir am 4. Jan.	1641.	Insel Yolo }
		Ternate am 15. Juni	1643.	
		Insel Mackian . . .	1646.	
			1648.	Insel Luzon.
		Ternate	1653.	
		Ternate	1654.	
Vulkan auf Sumatra	1657.			
Insel Lombatte . . .	1660.			
Insel Laritouke . . .	1660.			
Merapi auf Java . . .	1664.			



Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Vulkan auf Java . . .	1666.			
Salak auf Java . . .	1669.			
		Insel Gilolo am 20. Mai	1673.	
		Ternate	1673.	
		Ternate am 17. Febr.	1674.	
		Gross-Banda	1675.	
Merapi auf Java am 19. August	1678.			
Insel Cracatao im Mai	1680.	Klobat auf Celebes .	1680.	
Insel Cracatao am 1. Febr.	1681.			
		Gross-Banda	1683.	
		Ternate	1686.	
		Gross-Banda	1690.	
		Gross-Banda	1691.	
		Gross-Banda	1692.	
Insel Sorea am 4. Juni	1693.	Gross-Banda	1693.	
		Gross-Banda am 22. Novbr.	1694.	
		Amboina am 22. Nov.	1694.	
		Klobat auf Celebes am 22. Novbr. . .	1694.	
		Gross-Banda	1695.	
		Amboina	1695.	
			1698.	Taal auf Luzon.
Salak auf Java am 5. Jan.	1699.			
Merapi auf Java . . .	1701.			
		Amboina	1704.	
		Abu auf Gr. Sanguir am 10. Decbr. . .	1711.	
		Insel Siao am 16. Jan.	1712.	
			1716.	Taal auf Luzon.
Vulkan auf Java . . .	1729.			
Gedeh auf Java . . .	1747.			
Derselbe	1748.			
			1749.	im August Taal auf Luzon.
			1750.	Insel Luzon.
Lawu auf Java am 1. Mai	1752.			
			1754.	im August Taal auf Luzon.
			1756.	Insel Luzon.
Submariner Ausbruch bei Pondichery . .	1757.			
Salak auf Java . . .	1761.			
Gedeh auf Java . . .	1761.			
		Gunong Api auf Gross-Banda	1764.	Vulkan auf Mindanao.
		Gunong Api auf Gross-Banda (brennt bis 1675)	1765.	Vulkan in der Bai von Illano auf Mindanao.
			1766.	am 20. Juli } Albay auf Luzon.
			1766.	am 23. Oct. } Albay auf Luzon.
Berapi auf Sumatra um das Jahr . . .	1772.			

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Papandayang, Gedeh, Slamat, Tscherimaï in der Nacht vom 12. August	1772.			
			1773.	im October im Meere bei Luzon.
		Ternate	1774.	
		Gross-Banda	1775.	
		Gross-Banda	1778.	
		Insel Motir	1778.	
Salak auf Java	1781.			
Klut auf Java	1785.			
Merapi auf Java am 17. Juli	1786.			
Barren-Insel	1791.			
Merapi auf Java . . .	1792.			
Merapi auf Java . . .	1796.			
Idjen	1796.			
Merapi am 20. Febr.	1797.	Amboina	1797.	
Lamongan	1799.			
Guntur auf Java . . .	1800.		1800.	im October Albay auf Luzon.
Guntur (dauert bis 1807)	1801.			
Barren-Insel im November	1803.			
Bromo	1803.			
Bromo im September	1804.			
Tscherimaï	1805.			
Lamongan im Mai . .	1806.			
Guntur	1807.			
Berapi auf Sumatra .	1807.			
Lamongan am 8. December	1808.			
Vulkan auf Bali . . .	1808.	Doewang auf der Insel gleiches Namens in der Gruppe der Sanguir-Inseln . .	1808.	
Guntur	1809.			
		Abu auf Gross-Sanguir	1812.	
		Ternate am 27. November	1814.	am 1. Febr. Albay auf Luzon.
Tomburu auf Sumbava am 5. April .	1815.			
Guntur	1815.			
Bromo	1815.			
Sindoro zwischen 1810 und	1815.			
Guntur	1816.	Amboina	1816.	
Idjen	1817.			
Gunong Dembo auf Sumatra kurz vor	1818.			
Lamongan am 8. November	1818.			
Semiru	1818.			
Guntur	1818.			

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Vulkan bei Cutsch am 16. Juni	1819.			
Guntur	1819.			
Guntur	1820.	Ternate im Juni . .	1820.	
		Gross-Banda am 11. Juni	1820.	
		Amboina	1820.	
Im Meere bei Sumbava	1821.			
Berapi auf Sumatra am 23. Juli	1822.			
Gelungung am 8. Oct.	1822.			
Bromo } Merapi } am 29. Dcbr.	1822.			
Barren-Insel im März	1823.			
Vulkan auf Java im November	1823.			
		Amboina am 18. April	1824.	
		Gunong Api auf Gr.-Banda am 23. April	1824.	
		Gross-Banda vom 9—14. Juni	1824.	
		Gross-Banda am 25. Juni (brennt bis Januar 1825) . . .	1824.	
Im Himalaya im Febr.	1825.			
Tomburu auf Sumbava im April . . .	1825.			
Gedeh im October .	1825.			
Bromo	1825.			
Slamat	1825.			
Lamongan	1826.			
		Gross-Banda am 23. Juni	1827.	im Juni Albay auf Luzon (brennt bis Februar 1828).
Guntur	1828.			
Tankuban Prahu am 29. März	1829.			
Bromo am 11. Novbr.	1829.			
Insel Ramri	1830.			
			1831.	Clara Babuyan.
Merapi am 25. Decbr.	1832.			
Guntur 3 Ausbrüche im Jahre	1832.			
Guntur	1833.			
Gunong Salassi auf Sumatra	1833.			
Bocket Kaba auf Sumatra am 24. Novbr.	1833.			
Bromo	1835.			
Gunong Slamat . . .	1835.			
Gedeh im September	1835.	Gross-Banda am 1. November	1835.	
Guntur am 26. Novbr.	1836.		1836.	am 3. Januar mehrere Vulkane auf Mindanao.
Semiru im August .	1836.			
Merapi am 10. August	1837.			

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Insel Ramri Ende September	1837.			
Lamongan am 6. Juli	1838.			
Pic von Indrapura auf Sumatra	1838.			
Insel Ramri am 23. März	1839.	Klobat auf Celebes Anfang der 40 Jahre	1840.	am 5. April Aschenregen bei Mindanao.
		Ternate am 2. Febr.	1840.	
Pic von Indrapura auf Sumatra am 15. März	1842.		1842.	Taal auf Luzon.
Derselbe am 12. Juni	1842.			
Guntur am 4. Januar	1843.			
Bromo am 16. Januar	1843.	Ternate vom 11. April bis 25. Mai 25 Eruptionen	1843.	
Gedeh am 23. Januar	1843.			
Lamongan am 5. Oct.	1843.			
Guntur am 25. Novbr.	1843.			
Submarine Eruption bei der Insel Gili Genting am 17. Febr.	1843.			
Vulkan auf Bali	1843			
Insel Ramri am 6 Febr.	1843.			
Insel Ramri am 28. Juli	1843.	Klobat auf Celebes im Mai	1844.	
Semiru vom 25. bis 27. September	1844.			
Insel Sorea im Septbr.	1844,			
Gedeh am 23. Januar	1845.			
Semiru im Januar	1845.			
Gedeh am 5. März	1845.			
Gunong Salassi auf Sumatra am 22. Ap.	1845.			
Berapi auf Sumatra	1845.			
Tankuban Prahu am 27. Mai	1846.		1846.	Auf 16° n. Br. und 121° ö. L. stösst ein Schiff auf schwimmende Bimssteine.
Merapi vom 2. September bis Mitte October	1846.			
Aschenregen zu Penggalengan (Java) vom 24—29. November	1846.			
Gedeh am 17—18. März	1847.			
Slamat am 20. März	1847.			
Lamongan vom 26. März bis 26. Juni	1847.			
Insel Lombok am 10. September	1847.			
Lamongan vom 25. September bis Ende October	1847.			
Guntur vom 16—18. October	1847.			

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Gedeh am 17. Octbr.	1847.			
Vulkan auf Gross-Nicobar? am 31. Oct.	1847.			
Pakoeodjo am 4. Dec.	1847.			
Gedeh am 8. Mai . .	1848.			
Klut am 16. Mai . .	1848.			
Semiru am 4. August	1848.			
Bromo	1848.			
Poeloe Komba	1848.			
Einsturz des Lamongan am 13. Septbr.	1849.			
Merapi am 14. Sept.	1849.			
Poeloe Komba am 6. October	1849.			
Insel Lomblen am 7. October	1849.			
Slamat am 1. Decbr.	1849.	Ternate am 27. Nov.	1849.	
Poeloe Komba am 2. August	1850.	Ternate am 20. Febr.	1850.	Submarine Eruption auf 20° n. Br. 121° 45' ö. L.
		Ternate vom 14—15. November	1850.	
		Ternate am 19. Nov.	1850.	
Poeloe Komba	1851.	Ternate im Juni . .	1851.	
Klut im Januar . . .	1851.			
Poeloe Komba sowie die 4 andern Pic's im Juli	1852.			
Gedeh am 28. Mai . .	1852.			
Hebung bei den Key-Eilanden am 26. Nov.	1852.		1852.	Taal auf Luzon, Albay auf Luzon } am 16. Sept.
Vulkan auf Java (oder Gunong Api?) am 24. Decbr.	1852.		1853.	Submarine Eruption am 29. October auf 24° n. Br. u. 121° 50' ö. L.
Gedeh am 14. März .	1853.			
Insel Bali am 3. Mai	1854.		1854.	am 15. Jan. 2 kleine Vulkane an der Südspitze von Formosa.
Berapi auf Sumatra vom 24—28. August	1854.			
			1855.	am 22. März Albay auf Luzon.
Berapi am 2. October	1855.			
Berapi am 2. Novbr.	1855.			
Berapi am 9. Novbr.	1855.			
Merapi auf Java am 8. November . . .	1855.			
Aschenregen bei Sumatra am 14. April	1856.	Gross-Banda am 29. Januar	1856.	
Lamongan am 22. März	1856.	Abu auf Gross-Sanguir am 2. März .	1856.	
Lamongan am 14. Juni	1856.	Derselbe am 17. März	1856.	
Semiru am 10. Septbr.	1856.	Roenang bei Celebes? am 23. Septbr. . .	1856.	
Insel Timor am 26. December	1856.			

Sunda-Inseln etc.	Jahr.	Molukken.	Jahr.	Philippinen.
Bromo am 9. März .	1857.	Gross-Banda vom 11 —19. Jan.	1857.	Albay auf Luzon.
Insel Timor am 18. Mai	1857.			
Semiru am 11. August	1857.			
Bromo am 3. März .	1858.			
Bromo am 18. Octbr.	1858.		1858.	Vulkan in der Bai von Illano auf Mindanao am 18. Februar.
		Insel Mackian am 28. December	1861.	
Berapi auf Sumatra im November	1862.			
Vulkanische Ausbrüche auf Java im Jan.	1863.			

Es hatten also die

	Philippinen,	Molukken,	Sunda-Inseln etc.		
im 17. Jahrhundert	6	28	12	=	46
im 18. -	10	10	22	=	42
im 19. -	18	27	128	=	173 Eruptionen
	34	65	162	=	261

Vergleichen wir zunächst die Molukken mit den Philippinen, so fallen im 17. Jahrhundert nur 2 Eruptionen, die bei dem oben geschilderten Ereignisse vom Jahre 1641 zusammen. Es ist hierbei jedoch wohl zu bemerken, dass eine davon dem nördlichen Grenzpuncte der Molukken, der Sanguir-Insel, angehört, die den Uebergang zur Vulkanreihe der Philippinen bildet und auch mit dem südlichsten Puncte jener Reihe, der Yolo-Insel im Sulu-Archipel gleichzeitig thätig war. Im 18. Jahrhundert bemerken wir nur zwei Jahre gleichzeitiger Thätigkeit, nämlich 1764 und 1765. Bei allen 4 Eruptionen fehlt das Datum; es ist also noch sehr zweifelhaft, ob sie überhaupt gleichzeitig stattfanden, auch dürfte hier wieder die obige Thatsache geltend zu machen sein, dass die Bai von Illano ziemlich den südlichsten Endpunct der philippinischen Vulkanreihe bildet, da wo sich dieselbe an die Molukken anschliesst, während die nördlichen Banda-Inseln schon den Uebergang zur ostwestlich streichenden Reihe der Sunda-Inseln bilden. Im 19. Jahrhundert endlich fallen in die Jahre 1814, 1827, 1840 und 1857 Eruptionen in beiden Reihen. Im Jahre 1814 aber ereignete sich die eine in dem Februar, die andere im November; im Jahre 1840 eine im Februar, die andere im April; im Jahre 1857 fehlt beim Albay das nähere Datum und im Jahre 1827, in welchem allerdings beide Eruptionen im Juni stattfanden, gehört wieder eine dem südlich gelegenen Banda an. — Alle andern Eruptionen aber fallen in verschiedene Jahre, was bei 99 Eruptionen, die innerhalb 262 Jahren stattfanden, gewiss wohl zu berücksichtigen ist. — Noch auffälliger aber wird dieser Antagonismus dadurch,

dass nicht blos die Eruptionen bezüglich der einzelnen Jahre abwechseln, sondern beide Inselgruppen mehrmals längere Perioden der Thätigkeit in ihren verschiedenen Gliedern zeigen, während welcher die eine oder andere vollständig ihre Thätigkeit unterbricht. So die Molukken von 1653—1698, die Philippinen von 1716—1764, die Molukken von 1774—1797 und von 1816—1827, die Philippinen von 1852—1855, die Molukken 1856 und 57 etc.

Zwischen den Molukken, Philippinen und den Vulkanen der Sundareihe tritt zwar dieses antagonistische Verhältniss weniger klar zu Tage, aber eine genaue Betrachtung der beigegebenen Uebersicht lehrt, dass es doch existirt. So zeigt dieselbe, dass während der grossen Eruptionsperiode der Molukken und Philippinen von 1598—1654 nur die Insel Timor eine Eruption hatte; darauf folgt von 1657—1669 eine Periode der Sundareihe, während welcher die Molukken und Philippinen vollständig schweigen; ähnliches findet noch mehrmals statt, indessen zeigt dies Alles ein sorgfältiger Blick auf die Tabelle am besten.

Auch der amerikanische Continent hat zahlreiche Beispiele gleichzeitiger Eruptionen aufzuweisen. Zu den grossartigsten und furchtbarsten derselben gehören die aus der Vulkanreihe von Chile. Der Ausbrüche im Jahre 1822 ist schon oben gedacht worden, ebenso der gleichzeitigen Thätigkeit der vier Vulkane um den See von Villa Rica, während der furchtbaren Novemberperiode des Jahres 1852. Aehnliches ereignete sich im Jahre 1835 bei dem Erdbeben von Concepcion am 20. Februar. Der Yanteles befand sich dabei in starker, vorher nicht gesehener Thätigkeit. Man bemerkte namentlich an ihm oberhalb seiner Schneegrenze drei schwarze Flecken von kraterförmigem Aussehen, die man früher nicht wahrgenommen hatte. Bei dem heftigsten Stosse des Erdbebens war der Corcovado gerade nicht in besonderem Aufruhr begriffen; als aber nach Verlauf von etwa einer Woche die ihn umhüllenden Wolken verschwanden, und der Gipfel wieder sichtbar geworden war, sah man den Schnee um seinen nordwestlichen Krater herum geschmolzen. Ein ganzes Jahr vorher hatte der Berg sich ruhig verhalten. Der Minchinmadom war 30 Jahre vor jenem Erdbeben ruhig gewesen, allein am Morgen des Tages, an welchem man die ersten Erschütterungen verspürte, bemerkte man zwei weisse Rauchsäulen, welche in wirbelnder Gestalt emporstiegen; aber bei dem Hauptstosse erhoben sich ihrer viele aus dem grossen Krater des Berges und Lava ergoss sich aus einer kleinen Oeffnung in der Nähe des ewigen Schnees, welcher den Vulkan bedeckt. Dieser kleine Krater erlosch jedoch nach einem Zeitraume von etwa 8 Tagen, verbreitete aber während der Nacht noch immer ein helles Licht. Am 26. März desselben Jahres erfolgte ein neuer heftiger Erdstoss und es erschienen von neuem fünf Feuersäulen. Nach 14 Tagen erblickte man 15 neuentstandene Kegel, welche mit ihren Spitzen die Wände des grossen Kraters deutlich überragten. Der Osorno fing sich schon 2 Tage vor dem grossen Erdbeben an zu rühren,

aber im Augenblicke des Hauptstosses stieg aus dem Berge eine dicke Rauchsäule empor, ein Krater brach an seiner Südostseite auf und glühende Steine wurden dabei in Menge ausgeschleudert. Dieser neugebildete Krater leuchtete noch einige Tage nachher, ebenso wie der alte auf dem abgestumpften Gipfel des Berges. Am 11. November desselben Jahres erfolgten wieder heftige Ausbrüche, sowohl aus dem Osorno, als auch aus dem Corcovado, sie warfen unter furchtbarem Donner mächtige Steinmassen aus. Talcahuano, bekanntlich der Hafen von Concepcion und nicht viel weniger als 80 Meilen davon entfernt, litt an demselben Tage durch ein heftiges Erdbeben. Der Peteroa gerieth bei dem Erdbeben vom 20. Februar ebenfalls in grosse Aufregung, nachdem er längere Zeit vorher geruht hatte *). Auch an dem Vulkan von St. Jago (33° 20′ s. Br.) will man seit diesem Erdbeben Spuren erneuter Thätigkeit wahrgenommen haben. Aus den Beobachtungen, welche Kapitain Fitzroy und Darwin nach dem Erdbeben von Concepcion an der Küste von Chile angestellt haben, ergiebt sich, dass damals das Festland um 4—5 Fuss gehoben wurde, jedoch bis zum April desselben Jahres wieder bis auf zwei oder drei Fuss über sein ehemaliges Niveau zurücksank. Besonders merkwürdig waren die Erscheinungen auf der 6 Meilen südlich von Concepcion gelegenen Insel Santa Maria. Diese in nordsüdlicher Richtung anderthalb Meilen lange Insel war an ihrem südlichen Ende 8 Fuss, in der Mitte 9 Fuss und an ihrem nördlichen Ende über 10 Fuss hoch erhoben worden, weshalb man annehmen durfte, dass der ganze umliegende Meeresgrund um etwa 9 Fuss aufwärts gestiegen sei, eine Annahme, welche durch directe Sondirungen vollkommen bestätigt worden ist. Ein grosses flaches Felsenriff an der Nordseite der Insel, welches vor dem Erdbeben zum grössten Theile unter Wasser lag, war mit Tausenden von anhängenden Muscheln über den Wasserspiegel herausgetreten. Am Tage des Erdbebens brach weiter nördlich ferner in mehr als 100 Meilen Entfernung, ein Vulkan aus dem Grunde des Meeres in der Nachbarschaft der Insel Juan Fernandez hervor**) und nahe dem Littoral der Insel Chiloe bei Bacalao Head brach ein unterseeischer Vulkan aus, der anderthalb Tage feurig wüthete***). (Ist dies eine Verwechslung mit dem vorigen Ausbruche?). — Die Ausdehnung des Landes, über welches bei diesem Erdbeben die Zeichen der Wirkung unterirdischer Kräfte sich unzweideutig verbreiteten, misst 700 geographische Meilen in der grössten Länge und 400 in der äussersten Breite. Man wird vielleicht eine richtigere Idee von dem Maassstabe der Erscheinungen bekommen, sagt Darwin, die das Erdbeben von Concepcion begleiteten, wenn man sich vorstellt, dass Europa von der Nordsee bis zum mittelländischen Meere erschüttert, ein grosser Theil der

*) Caldcleugh: Lond. philos. transact. I. 21—26.
**) Girard: Briefe über Alexander von Humboldt's Kosmos. 4. Theil. Seite 222.
***) Kosmos. 4. Bd. p. 550.

Ostküste von England auf die Dauer erhoben, eine Reihe von Vulkanen an der Nordküste von Holland in Thätigkeit versetzt worden sei, dass ferner ein Ausbruch im Grunde des Meeres nahe an dem nördlichen Ende von Island stattgefunden, und dass die alten Krater der Auvergne, des Cantal und Montd'or nebst anderen, die lange erloschen waren, von Neuem eine dunkle Rauchsäule zum Himmel emporgeschickt hätten.

Ein ebenso merkwürdiges Beispiel gleichzeitiger Eruptionen chilesischer und mittelamerikanischer Vulkane fand schon in der Nacht vom 19. zum 20. Januar desselben Jahres statt. In dieser Nacht begann die furchtbare mit Erdbeben verbundene Eruption des Consiguina in Mittelamerika auf dem Vorgebirge, welches an dem südlichen Ende des grossen Golfs von Fonseca vortritt (Br. 12° 50′). Die grosse Verfinsterung bei dem Aschenfall, der ähnlich, welche bisweilen der Vulkan Pichinja verursacht hat, dauerte 43 Stunden lang. In der Entfernung weniger Fusse waren Feuerbrände nicht zu erkennen. Die Respiration war gehindert; und unterirdisches Getöse, gleich dem Abfeuern schweren Geschützes, wurde nicht nur in Balize auf der Halbinsel Yucatan, sondern auch auf dem Littoral von Jamaica und auf der Hochebene von Bogota, in letzterer auf mehr als 8000 Fuss Höhe über dem Meere wie in fast hundert und vierzig geographischen Meilen Entfernung, gehört. (Juan Galindo in Silliman's American Journal Vol. XXVIII. 1835. p. 332—336; Acosta, Viajes á los Andes 1849. p. 46, und Squier Vol. II. p. 110—113.). In der nämlichen Nacht brachen aber nach langem Schlummer auch der Aconcagua und Corcovado (s. Br. 32°¾ und 43°½) in Chile auf. (Darwin, Journal of researches during the voyage of the Beagle 1845 chapt. 14. p. 291.) Ferner machte im Januar 1835 der Vulkan von San Vicente (westlich vom Rio de Lempa, zwischen den Städten Sacatecoluca und Sacatelepe, Mittelamerika) bei vielen zerstörenden Erdbeben eine langdauernde Eruption. — Endlich finde ich noch in Bromme's Atlas zum Kosmos in der Nähe der Westküste von Mittelamerika zwei submarine Eruptionen mit der Jahrzahl 1835 (April) verzeichnet, von denen ich aber das genaue Datum nicht ermitteln konnte.

Die Minimaljahre derjenigen Sonnenflecken-Periode, in welche das Jahr 1835 fällt, sind wie die obige Tabelle nachweist, die Jahre 1833 und 1834. Die hier aufgeführten Eruptionen fallen fast alle in die beiden ersten Monate des Jahres 1835. Es ist also auch hier ein Zusammenhang zwischen vulkanischen Erscheinungen, Sonnenflecken und erdmagnetischen Variationen nicht zu verkennen. Das Jahr 1835 war neben mehreren andern Ausbrüchen*) auch noch ausgezeichnet durch die Eruption (?) des Argäus bei Cäsarea an der Nordseite des Taurus, der seit Strabo's Zeit erloschen war.

*) Am 1. April und im Juni Vesuv; im April Schlammvulkan bei Phanagorie (Asow'sches Meer); im September Gedeh auf Java; am 1. November Gunong Api auf Banda; ferner der Bromo und der Gunong Slamat auf Java.

Am 13. August dieses Jahres gegen 5 Uhr Abends erhob sich nämlich vom Fusse des Berges Ardgeh, an den sich die Stadt anlehnt, ein dicker Rauch, aus welchem Feuersäulen mit fürchterlichen Detonationen hervorbrachen; man hätte es für den Ausbruch eines Vulkans halten sollen. Im selben Augenblicke fühlte man die Erde schwanken und ein heftiges Erdbeben begann. Die Stösse dauerten 7 Stunden hintereinander fort; sie folgten sich mit schrecklichem Lärm fast ohne alle Unterbrechung; man hätte glauben können, während eines Sturmes auf dem Meere zu sein. Ueber 2000 Häuser stürzten ein; die Bestürzung und der Schrecken stiegen aufs höchste; die Einwohner retteten sich, alle durcheinanderlaufend auf die Felder; mehrere wurden in ihrer Flucht aufgehalten und unter den Trümmern begraben. Mehrere Dörfer wurden gänzlich vernichtet; Kometzi ist verschlungen worden und an seine Stelle ein grosser See getreten etc. Ich habe dieses Ereigniss deshalb hier aufgeführt, weil es mir bezüglich des Datums auffällig war. Gerade 13 Jahre früher, am 13. August 1822, fand das oben geschilderte furchtbare Erdbeben von Aleppo statt, bei welchem die 2 Klippen aus dem Meere in der Nähe von Cypern emporstiegen. Die Tage um den 13. August spielen überhaupt in der Geschichte des Vulkanismus eine bedeutende Rolle. 4 Jahre vor dem obigen Ereignisse, am 10. und 11. August 1831 fanden während eines ausserordentlich heftigen Orkans mehrere von elektrischen Erscheinungen begleitete Erdstösse auf Barbados statt, welche von einem vulkanischen Ausbruche begleitet waren. In den Morgenstunden des 12. und 13. August 1824 fanden zu San Pietro di Bagno und Salvapiana (Toskana) gegen 20 Erderschütterungen statt. Den folgenden Tag und die folgende Nacht spürte man noch mehrere Stösse, doch ohne bedeutende Wirkung. Vor Eintritt des Erdbebens hatte man in der Luft um die Sonne einen Nebel von eigenthümlicher Beschaffenheit bemerkt. Die Sonne schien wie umschleiert und glich mehr dem Monde. In der Nacht vorher sah man eine Feuerkugel. Am 14. August 1846 fand bei erstickender Schwüle das grosse Erdbeben in Toskana statt. Am 14. August 1851 das furchtbare Erdbeben in Unteritalien, das allein 8 Städte verwüstete und dessen Centrum der erloschene Vulkan Vultur war; am 8. August desselben Jahres ereignete sich eine Eruption des Mauna-Loa auf Hawai und ein Erdbeben zu Truxillo. Am 14. August 1857 weit ausgebreitetes Erdbeben am Cap der guten Hoffnung, das sich 200 Meilen weit im Norden, 400 im Osten verbreitete und noch südlich im Meere auf 36° 30′ s. Br. gefühlt wurde. Am 14., 15. und 17. August 1856 grosses Erdbeben in China, welches Yao-Tsching zerstörte. Der Vesuv hatte Eruptionen am 12. August 1682, 7. August 1767, 12. August 1804, 12. August 1805, 7. August 1816, 14. August 1831, 8. August 1832, 12. August 1833, 10. August 1845, 9. August 1846, am 1. und 5. August 1847, der Mauna-Loa auf Hawai am 11. August 1855 in einer Höhe von 12000 Fuss, der Semiru auf Java am 11. August 1857, der Mount Hood (Oregon) am

17. August 1859, der Merapi auf Java am 10. August 1837, der Pic von Genetas auf St. Miguel (Azoren) am 11. August 1810, die furchtbare, oben geschilderte Katastrophe auf Java, in welcher die 4 Vulkane in einer Nacht einen Ausbruch machten, erfolgte ebenfalls in der Nacht zum 12. August 1772 etc. Eine Zusammenstellung aller derjenigen in meinem Katalog verzeichneten Eruptionen, welche im Monat August stattfanden, ergab folgendes Resultat. Im Ganzen fanden 67 Eruptionen im August statt, wovon jedoch von 11 die nähere Aufgabe des Tages fehlt; 44 ereigneten sich vom 1—15. August und nur 12 vom 16—31. August; auf den 8. August kommen allein 5, auf den 10. August 3, auf den 11. August 4 und auf den 12. August 8 Eruptionen. Es ist gewiss von Wichtigkeit, dass diese Häufung von Eruptionen in den Tagen des 8—12. August mit dem Laurentiusstrome der Sternschnuppen zusammenfällt. Die Tage des 8—13. November, in welche der Novemberstrom der Sternschnuppen fällt, zählen ebenfalls die grosse Zahl von 13 Eruptionen. Nach der Erman'schen Hypothese befindet sich die Erde im August und November auf der innern Seite der Sternschnuppenströme, d. h. sie ist näher bei der Sonne als die Sternschnuppen, diesen ist also der Theil der Erdoberfläche zugekehrt, welcher Nacht hat, und die Sternschnuppen können gesehen werden. Ein halbes Jahr später befindet sich die Erde auf der äussern Seite der beiden Ströme, ihnen ist die Erdseite, welche Tag hat, zugekehrt; wir können dann zwar die Sternschnuppen nicht sehen, aber dennoch verkündet sich ihre Nähe dadurch, dass sie den wärmenden Einfluss der Sonne auf die Erde schwächen, also Kälte verursachen. Diese Tage sind die Tage vom 11—13. Mai oder Mamertus, Pancratius, Servatius und die Tage um den 7. Februar, in welchen nach Erman die von Ende Januar im Allgemeinen regelmässig bis zu den Hundstagen zunehmende Wärme nicht in dem Grade zunimmt, wie vorher und nachher. Die Tage vom 7—14. Mai zählen 19 dem Tage nach genau bestimmbare Eruptionen, während der übrige Theil dieses Monats nur 36 zählt; die Tage vom 1—6. Februar aber sogar 21 Eruptionen. Es dürfte hier übrigens auch auf den Umstand aufmerksam zu machen sein, dass seit 1799 erst wieder 1833 (beide Jahre sind Minimaljahre von Sonnenflecken) im November eine unermessliche Menge von Sternschnuppen gleich einem Raketenfeuer in paralleler Richtung fiel — in 9 Stunden wenigstens 240000 — was auf eine Periode von 34 (oder etwas über $11\frac{1}{9}\times3$) Jahre schliessen lässt. Ich habe nicht unterlassen können hier auf dieses merkwürdige Zusammentreffen aufmerksam zu machen, obwohl ich zu gleicher Zeit noch anführen muss, dass auch noch einige andere Tage im Jahre sich durch eine auffällige Häufung von vulkanischen Ereignissen auszeichnen; es sind dies die Tage vom 18—23. Januar, 20. Februar, 21—22. September, vor allem aber die vom 19—27. November (in die letztgenannten Tage fallen von 73 Eruptionen des November allein 39).

Gleichwie in Chile finden wir auch in den übrigen Vulkan-

reihen des Festlandes von Amerika ziemlich häufig gleichzeitige Eruptionen. So öffnete sich bei dem furchtbaren Erdbeben von Lima und Callao am 28. October 1746 bei Lucanas ein Berg und ergoss so enorme Wassermassen, dass das ganze Land umher davon bedeckt wurde. Dasselbe geschah in der nämlichen Nacht mit drei andern Bergen in den Gebirgen von Caxamarquillo. Am vorhergehenden 24. September war nach langer Trockenheit ein schreckliches Erdbeben in der Provinz Matto Grosso in Brasilien gewesen. In demselben Jahre und die Jahre vorher hatte der Cotopaxi starke Eruptionen, ebenso der Sangay und der Vulkan de las Virgines in Californien. (Das Jahr 1746 müsste, obgleich die Tabellen darüber fehlen auch in die Minimaljahre der Sonnenflecken fallen). — Ferner am 15. Juni 1742 Eruption des Cotopaxi und in demselben Jahre auch eine starke Eruption des Sangay; beide liegen in der östlichen Kette der Andes; im Jahre 1728 Eruptionen des Sangay und des Antisana, ebenfalls beide in der östlichen Andeskette. Im Jahre 1660 äusserst heftige Ausbrüche aus dem Sinchulahua und Pichinja.

Am 16. November 1827 um 6^h Abends heftiges und weit verbreitetes Erdbeben in Columbia (Südamerika), auf einer von NO nach SW gerichteten Linie, deren nordöstlichster Endpunct die Gegend von Santa Fé di Bogata, und der südwestlichste die von Pasto war. Die Erschütterungen dauerten bis zum 18., wo man 4^h 30′ Morgens den letzten Stoss empfand (nach anderen Nachrichten soll die Erde bis zum 21. bewegt geblieben sein). Darauf fing der Vulkan von Purace an auszuwerfen; die Lava brach an der Ostseite seines Kegels aus und grosse Spalten entstanden auf den andern Seiten. Auf dem alten Vulkan von Tocaima und auf den Bergen von Santa Anna in Maraquito und dem Paramo de Ruiz will man vor und an den Tagen des Erdbebens dicke Dampfwolken gesehen haben. Vollständig gleichzeitig mit diesem Erdbeben (am 17. November 9^h Morgens) erfolgten auch Erderschütterungen zu Ochotzk.

Seit November des Jahres 1796 hatte der Vulkan von Pasto, nördlich von Quito, eine dicke schwarze Rauchsäule ununterbrochen ausgestossen; plötzlich am 4. Februar 1797 verschwand diese und genau zu derselben Zeit erfolgte 40 Meilen weiter südlich das furchtbare Erdbeben von Riobamba, eine der schrecklichsten Katastrophen dieser Art, welche das Hochland von Quito je erlitten hat. Dabei spaltete sich die Erde am Fusse des Tunguragua an mehreren Stellen und Ströme von Wasser und übelriechendem Schlamm (Moya) entstürzten den entstandenen Schlünden, überschwemmten und verwüsteten Alles umher. In Thälern von 1000 Fuss Weite sollen diese Wasserströme 600 Fuss Höhe erreicht haben. Eine gleiche Schlammeruption fand bei der Stadt Pelileo statt und aus dem See von Quilotoa im Bezirke Llactacunga brachen zugleich mit dem Erdbeben Flammen hervor und erstickende Dämpfe, welche an seinen Ufern weidende Viehheerden tödteten. Kaum war das Erdbeben von Riobamba vorüber, so wurden

die Bewohner der östlichen Antillen durch heftige Erdstösse beunruhigt. Diese hielten 8 Monate an und ruhten nicht früher, als bis der lange erloschen gewesene Vulkan von Guadeloupe am 27. September wieder aufbrach (am 11. und 13. August fanden auch äusserst starke Stösse in den Pyrenäen statt). Als er sich wieder beruhigt hatte, begannen aufs neue Erdstösse auf dem Festlande von Süd-Amerika, welche am 14. December in dem heftigen Erdbeben, welches Cumana zerstörte, ihre grösste Furchtbarkeit erreichten. Während des Erdbebens stiegen am Ufer des Manzanares, neben dem Hospiz der Capuciner Flammen auf und ebenso in dem Meerbusen von Cariaco bei Mariquitas.

Die Jahre 1797, 1798 und 1799 sind nach der obigen Tabelle ebenfalls Minimaljahre von Sonnenflecken. In dieselben fallen neben vielen andern noch folgende hervorragende vulkanische Ereignisse: im Jahre 1797 heftiges Erdbeben auf Sumatra und Ausbruch des Merapi, Ausbrüche des Wowani auf Amboina, auf der japanischen Insel Oosima, auf der Vulkan-Insel bei Santa Cruz (westaustralische Reihe); im Jahre 1798 im März Ausbruch des Aetna, im April des Isalco in Guatemala, am 17. Juni des Pic von Teneriffa, im Juli des Aetna, im Sommer der capverdischen Insel Fuego; im Jahre 1799 bei feuerrother Atmosphäre am 25. Januar Erdstösse im ganzen Westen und Norden Frankreichs, am 17. Juni zu Acapulco, am 4. November zu Cumana; am 11. December in Schlesien; ferner im Februar Ausbruch des Vesuv, im Juni des Aetna, am 5. September im asow'schen Meere und ohne Angabe des Tages in demselben Jahre Ausbruch des Lamongan auf Java und des Fuego in Guatemala.

Die Minimaljahre der nächsten Sonnenfleckenperiode, die Jahre 1809—1812, zeichnen sich durch eine ähnliche Häufung vulkanischer Erscheinungen auf der westlichen Halbkugel aus. Dieselben begannen am 30. Januar 1811 mit der Erscheinung der neuen Insel Sabrina bei St. Miguel (Azoren), welche unter heftigen Erderschütterungen und später unter Rauch und Flammen-Entwickelungen aus einer Tiefe von 120 Fuss emporstieg und seitdem wieder verschwunden ist. Bald nach diesem Ereignisse begannen auf den kleinen Antillen, Hunderte von Meilen gegen Südwesten von den Azoren entfernt, ausserordentlich heftige Erderschütterungen, die vom Mai 1811 bis zum April 1812 anhielten und besonders auf St. Vincent, in der Nähe eines der drei thätigen Vulkane dieser Inselgruppe, wütheten. Sie dehnten sich seit dem 16. December 1811 nordwärts auf das amerikanische Festland aus, und gleichzeitig fanden dort die heftigen Erschütterungen in den untern Theilen der Thäler des Missisippi, Arkansas und Ohio statt. Während derselben Zeit empfand man zuerst im December 1811 in Carracas einen Erdstoss, welcher andeutete, dass nun die unterirdische Verbindung hier sich zu eröffnen begann, und während die Erschütterungen in Nordamerika noch fortdauerten, erfolgte die furchtbare Katastrophe vom 26. März 1812, welche Carracas, la Guayra, Mayquetia, Antimano, Baruta, la Vega, San

Felipe und Merida den vollständigen Untergang brachte und der bis zum 5. April fast stündliche Erdbeben folgten. Endlich am 30. April 1812 brach der Vulkan von St. Vincent, der seit dem Jahre 1718 geruht hatte, mit einer ungeheuren Explosion auf, die sich bekanntlich bis zu dem Rio Apure in den Steppen von Calabazo fortpflanzte.

In Mittelamerika endlich haben wir noch zwei gleichzeitige Eruptionen am 6. November 1857. An diesem Tage fand ein heftiges Erdbeben in der Nachbarschaft des Sees von Ilopango (San Salvador) statt, welches namentlich stark die Städte Cohutepeque, San Vicente und San Salvador erschütterte; die Stösse dauerten bis zum 10.; zu gleicher Zeit hatten die Vulkane von Massaya und San Miguel Ausbrüche.

Von einem Antagonismus zwischen den einzelnen südamerikanischen Vulkanreihen, in der Weise wie er etwa zwischen Aleuten und Kamtschatka, oder Molukken und Philippinen wahrnehmbar ist, lässt sich nichts bemerken. Die einzelnen Eruptionen finden bald einzeln, bald abwechselnd statt. Dagegen zeigt sich dieses alternirende Verhältniss in den Ausbrüchen sehr deutlich wieder, wenn wir die Ausbrüche der Vulkane Mittelamerika's, Quito's, Westindiens und Mexiko's, wie in folgender Tabelle zusammenstellen.

Quito und Neu-Granada.	Jahr.	Mexiko.	Jahr.	Mittelamerika.	Jahr.	Westindien.
		Citlaltepetl u. Popocatepetl	1519.			
			1520.			
			1529.	Volcan de Telica.		
Cotopaxi	1531.					
Derselbe im Anfange von	1533.					
Pichinja	1534.					
Derselbe	1538.					
Derselbe	1539.			Volcan d'Agua am		
			1541.	11. September.		
		Citlaltepetl (dauert bis 1566)	1545.			
Tunguragua	1557.					
Pichinja	1560.					
			1565.	Pacaya.		
Pichinja am 17. October	1566.					
Derselbe am 16. November	1566.					
Derselbe	1577.					
Derselbe	1580.					
			1581.	Fuego.		
			1586.	Fuego.		
Antisana	1590.					
Paramo de Tolima am 12. März	1595.					
			1623.	Fuego.		
Pichinja	1639.					
Tunguragua	1640.					
			1643.	Sacate Coluca.		
Tunguragua	1644.					
			1651.	Pacaya.		
			1656.	Vulkan von San Salvador.		
Pichinja am 27. October	1660.					
Sinchulahua	1660.					
		Vulkan von Tuxtla am 15. Jan.	1664.	Pacaya.		

Quito und Neu-Granada.	Jahr.	Mexiko.	Jahr.	Mittelamerika.	Jahr.	Westindien.
			1668.	Pacaya		
			1670.	Masaya		
			1671.	Pacaya		
			1677.	Derselbe		
Imbaburu	1691.					
					1692.	im Juni St. Christoph.
Carguairazo am 20. Juni	1698.					
			1705.	Fuego		
			1709.	Consiguina		
			1710.	Fuego		
			1717.	Fuego		
					1718.	am 6. März St. Vincent.
			1723.	am 14. März Irazú . .		
			1726.	Irazú		
Antisana	1728.					
Sangay (bis 1742)	1728.					
			1732.	Fuego		
			1737.	Fuego		
Cotopaxi	1738.					
See von Quilotaa im December . .	1740.					
Cotopaxi am 15. Juni	1742.					
Derselbe am 27. September	1742.					
Derselbe am 9. December	1742.					
Derselbe	1743.					
Derselbe im Mai	1744.					
Derselbe am 9. November	1744.					
Derselbe am 30. November	1744.					
Derselbe	1746.	Volcan de las Virgines .	1746.			
		Colima	1749.			
Cotopaxi am 3. September	1750.					
Tunguragua	1757.					

Quito und Neu-Granada.	Jahr.	Mexiko.	Jahr.	Mittelamerika.	Jahr.	Westindien.
		Colima	1759.			
		Jorullo am 29. September	1759.			
					1762.	am 22. Jan. Insel Martinique.
			1764.	Momotombo		
					1766.	Santa Lucia.
Cotopaxi am 4. April	1768.					
		Colima	1770.	am 23. Febr. Isalco	1770.	am 3. Juni Haiti?
Tunguragua	1772.					
Derselbe	1774.					
			1775.	Masaya		
			1775.	Pacaya am 11. Juli		
			1782.	Masaya		
					1792.	am 22. Jan. Insel Martinique?
		Vulkan von Tuxtla am 2. März	1793.			
		Derselbe am 22. Mai	1793.			
		Derselbe am 28. Juni	1793.			
		Derselbe im Mai	1794.			
		Derselbe	1795.			
Vulkan von Pasto	1796.					
Tunguragua See von Quilotoa Schlammausbruch bei Pelileo } am 4. Febr.	1797.					
					1797.	am 27. Sept. Guadeloupe.
			1798.	im April Isalco		
			1799.	Fuego		
					1802.	im Febr. Guadeloupe.
Cotopaxi im Januar	1803.					
		Popocatepetl am 24. Jan.	1804.			
			1805.	Isalco		
			1806.	Derselbe		

Quito und Neu-Granada.	Jahr.	Mexiko.	Jahr.	Mittelamerika.	Jahr.	Westindien.
			1807.	Isalco		
			1809.	Consiguina		
					1812.	am 30. April St. Vincent.
Insel Narborough am 4. August .	1814.					
		Iorullo?	1819.			
			1821.	V. de Quesaltenengo .		
			1821.	Irazú		
			1822.	am 7. Mai Irazú		
Insel Narborough im Januar . . .	1825.		1825.	Isalco		
Dieselbe im Juni	1825.					
Paramo de Ruiz?	1825.					
Paramo de Ruiz am 17. Juni . . .	1826.					
Paramo de Ruiz, Vulkan von Tocaima, Santa Anna in Maraquito, Purace } am 18. oder 21. Novbr.	1827.					
Paramo de Ruiz oder Paramo de	1828.					
Herveo (dauert bis 1836)	1831.				1831.	am 11. August Barbados.
Pichinja	1833.					
Vulkan von Pasto (oder 1834) . . .			1834.	Volcan de los Votos . .		
			1835.	am 20. Jan. Consiguina		
			1835.	im Jan. V. de San Vicente		
			1835.	im April zwei submarine Eruptionen an der Küste Mittelamerika's		
			1836.	Isalco		
			1836.	V. an der Küste von Omoa am 22. Juni . .	1836.	am 3. Decbr. Guadeloupe.
					1837.	am 12. Febr. Guadeloupe.
					1837.	am 25. Nov. Bahama-Bank.
Volcan de Zamba bei Carthagena um	1838.					

Quito und Neu-Granada.	Jahr.	Mexiko.	Jahr.	Mittelamerika.	Jahr.	Westindien.
			1841.	am 2. September Irazú		
			1842.	Vulkan von Tacana . .		
Saraurcu im December	1843.				1843.	am 17. März submarine Eruption bei Guadeloupe.
Saraurcu	1844.		1844.	am 26. Juli San Miguel Bosotlan		
Pichinja am 14. Januar	1845.		1844.	Isalco		
Paramo de Ruiz am 19. Februar .	1845.					
		Vulkan in Mexiko im März	1846.			
			1847.	am 12. October Fuego		
Vulkan von Guila bei Popayan . .	1847.		1847.	Irazú		
Vulkan von Zamba am 7. October	1848.		1848.	San Miguel Bosotlan . .		
Purace	1848.					
Purace in den letzten Novembertagen	1849.					
Sangay im December	1849.	Popocatepetl (Rauchsäule)	1849.			
			1850.	El Nuovo am 12. April		
			1850.	Derselbe am 27. April		
					1851.	am 5. Aug. Martinique.
		Mexikanischer Vulkan am 9. November	1852.	Fuego	1852.	Mitte März Insel Trinidad (Schlammeruption).
			1852.			
			1853.	Masaya am 8. April . .		
Cotopaxi am 3. April	1854.		1854.	Masaya		
Derselbe am 14. September	1854.					
			1855.	am 2. Jan. Masaya . .		
			1855.	am 12. Jan. V. v. Tacana		
			1855.	am 12. April derselbe .		
			1855.	Irazú } ? am 6. Mai		
			1855.	Turrialva } ? am 6. Mai		
Sangay am 12. Februar	1856.		1856.	am 8. Januar Fuego . .		
Cotopaxi am 12. December	1856.		1857.	am 16. Februar Fuego		
			1857.	Masaya } am 6. Nov.		
			1857	San Miguel } am 6. Nov.		

Auch bei einzelnen Vulkanen derselben Ketten scheinen Beispiele von Antagonismus vorzukommen. So gab ANTONIO DE ALCEDO in dem 5ten Theile seines grossen und nützlichen Diccionario geográfico-histórico de las Indias occidentales ó América, 1789, also in demselben Jahre, als des Gouverneurs RIAÑO und Berg-Commissars FRANZ FISCHER Bericht in der Gazeta de Mexico erschien, in dem Artikel Xurullo (p. 374—375), die interessante Notiz: dass, als die Erdbeben in den Playas anfingen (29. Juni 1759), der im Ausbruche begriffene westlichste Vulkan von Colima sich plötzlich beruhigte: ob er gleich 70 leguas (nach v. HUMBOLDT's Karte nur 28 geogr. Meilen) von den Playas entfernt ist. „Man meint", setzt er hinzu, „die Materie sei in den Eingeweiden der Erde dort auf Hindernisse gestossen, um ihrem alten Laufe zu folgen; und da sie geeignete Höhlungen (in Osten) gefunden habe, sei sie im Jorullo ausgebrochen*). Ebenso auffällig ist, dass seit der Entstehung des Isalco in Mittelamerika (1770) die umliegenden Vulkane ihre Thätigkeit ganz aufgegeben zu haben scheinen. Der früher so thätige Pacaya hatte 1775 seine letzte Eruption, der Vulkan von San Salvador 1656 etc. Eine gleiche Rolle wie der Isalco scheinen im Norden der Fuego, in der Mitte der Masaya und im Süden der Irazú zu spielen, sie haben gewissermassen die Thätigkeit der sämmtlichen umliegenden Vulkane an sich gerissen und in einen Schlot vereinigt.

Dass auch die Vulkane der Südsee endlich ihre gleichzeitigen Ausbrüche haben, beweisen die Vorgänge in den Jahren 1853 und 1854 im Freundschaftsarchipel**). Ob dieselben aber mit den benachbarten asiatischen, australischen und amerikanischen Vulkanen in einem Zusammenhange stehen, ist bei der geringen Anzahl von Eruptionen, die bis jetzt von dort zu unserer Kenntniss gekommen sind, nicht nachzuweisen, ebenso wenig wie die zahlreichen Ausbrüche im letzten Jahrzehent auf Hawai auf einen Zusammenhang mit den Eruptionen der mexikanischen Reihe schliessen lassen.

Es wäre nun noch zu erörtern, ob etwa zwischen nördlicher und südlicher, oder östlicher und westlicher Halbkugel eine antagonistische Thätigkeit der Vulkane stattfinde. Ein Blick auf die beigegebenen Curven lehrt, dass zwischen nördlicher und südlicher Halbkugel kein Antagonismus stattfindet, ausser vielleicht dem, dass auf beiden Hemisphären die Sommereruptionen vorherrschen. Wenn es auch bisweilen scheint, als entspräche eine Hebung in der einen einer Senkung in der andren, so wird doch diese Erscheinung durch eben so viele Gegenbeispiele entkräftet. Gerade manche Jahre, die eine auffallende Häufung von Eruptionen in der nördlichen Halbkugel aufweisen, wie 1822, 1843, 1852 etc., zeigen dieselbe auch in der südlichen. Ebenso wenig finden wir Antagonismus, wenn wir die Eruptionen der östlichen mit denen der westlichen Halbkugel vergleichen.

*) Kosmos IV. Band. p. 664.
**) PERREY: Note sur les tremblements de terre en 1858 p. 13.

Schluss.

Fassen wir die sämmtlichen oben aufgeführten Thatsachen noch einmal kurz zusammen, so ergeben sich daraus folgende Sätze:

1. Gewisse Jahre zeichnen sich durch eine sehr bedeutende Häufung von allgemeinen Erdbeben und Vulkanausbrüchen aus, während andere ziemlich arm daran sind.
2. Diese eruptionsreichen Jahre kehren in ziemlich regelmässigen Zeiträumen wieder, so dass sie sich auf eine Periode von durchschnittlich $11\frac{1}{9}$jähriger Dauer zurückführen lassen.
3. Diese Periode der unterirdischen Störungen steht in umgekehrtem Verhältnisse zu einer gleich langen Periode der Sonnenflecken und erdmagnetischen Variationen, in der Weise, dass solche Jahre, welche reich an Sonnenflecken sind, und in welchen die Grösse der erdmagnetischen Variationen ihr Maximum erreicht, arm an Vulkanausbrüchen und allgemeinen Erdbeben sind und umgekehrt.
4. Nicht blos gewisse Jahre, auch gewisse Tage im Jahre scheinen zur Hervorbringung von Eruptionen geeigneter zu sein, als andere und zwar sind einige dieser Tage solche, welche sich ausserdem noch durch ungewöhnliche kosmische Erscheinungen auszeichnen.
5. Es ereignen sich ziemlich häufig vollständig gleichzeitige Vulkanausbrüche und zwar in der Weise:
   a. dass die betreffenden Vulkane zwar gleichzeitig in Thätigkeit sind, die Ausbrüche aber zu verschiedenen Zeiten angefangen haben und scheinbar in gar keiner Verbindung zu einander stehen.
   b. Dass die betreffenden Vulkane gleichzeitig in Thätigkeit sind, die Ausbrüche ebenfalls zu verschiedenen Zeiten angefangen haben, dieselben aber im Vereine mit allgemeinen Erdbeben als Glieder einer zusammenhängenden Kette unterirdischer Störungen erscheinen.
   c. Dass die Ausbrüche gewissermassen wie das Werk einer und derselben gleichzeitig aber an verschiedenen Orten wirkenden Kraft erscheinen; dass dieselben gewissermassen eine La-

dung darstellen, die durch verschiedene Läufe zugleich abgeschossen wird. Dieser Fall spaltet sich

α. in den, wo die Vulkane demselben vulkanischen Gebiete angehören;

β. in den, wo die Vulkane so weit von einander entfernt sind, dass sie verschiedenen Reihen oder Gruppen angehören.

6. Gewisse benachbarte vulkanische Gebiete wechseln in ihrer Thätigkeit ab, d. h. während mehrere Vulkane zugleich oder nach einander in dem einen Gebiete thätig sind, ruhen die des andern und umgekehrt.

7. Dieser Antagonismus findet auch zwischen einzelnen Vulkanen theils derselben, theils benachbarter Gebiete statt. Zwei besondere hieher gehörige Fälle sind die, dass erstens bisweilen in dem Augenblicke, in welchem ein Vulkan seine Thätigkeit beginnt, ein anderer durch Einsturz dieselbe beendigt, und zweitens, dass ein sonst immer thätiger Vulkan seine Ausbrüche für die Zeit unterbricht, während welcher ein anderer eine Eruption hat.

8. Ein Antagonismus zwischen den Vulkanen der nördlichen und südlichen, oder denen der östlichen und westlichen Halbkugel, oder denen, welche die drei grossen Becken des atlantischen, stillen und indischen Oceans umsäumen, ist nicht wahrzunehmen.

9. Wie in No. 6. Antagonismus, so scheint auch zwischen manchen benachbarten Gebieten Synchronismus in der Weise stattzufinden, dass die Perioden der Thätigkeit und der Ruhe in den einzelnen Gliedern beider ziemlich zusammenfallen.

An diese Sätze schliessen sich noch folgende an, welche ich theils schon veröffentlicht habe, oder deren weitere Ausführung ich in meinem grösseren Werke über die Geschichte des Vulkanismus mittheilen werde:

10. Die grösste Energie des Vulkanismus findet in der jetzigen Periode da statt, wo grosse Continente ihrer Verbindung entgegengehen, oder erst kürzlich (im geologischen Sinne) entgegengegangen sind.

11. Die Vulkane pflegen sich am liebsten da anzusiedeln, wo sich grössere Ländermassen mit ihren Spitzen nahe kommen, aber noch durch tiefe Thäler (Meeresarme) von einander getrennt sind.

12. Die Vulkane erheben sich selten oder nie in der Mitte weit ausgedehnter Flachländer, oder auf dem höchsten Rücken der Gebirgszüge, sondern ihre Basis befindet sich meist am Fusse der letzteren oder wenigstens in tieferen Niveaus derselben, während sich hinter ihnen aus älteren Felsarten bestehende Gebirgszüge vorfinden.

13. Auf die Häufigkeit der Eruptionen sind die Jahreszeiten und überhaupt die Witterungsverhältnisse nicht ohne Einfluss.

14. Der Schauplatz der vulkanischen Thätigkeit verändert sich im Laufe der Zeit, oder mit andern Worten, der vulkanische Heerd wandert.

Bei der Prüfung der oben angeführten Thatsachen drängt sich uns von selbst die Frage auf, ob dieselben für sich allein hinreichende

Beweise für einen unterirdischen Zusammenhang sämmtlicher Vulkane liefern oder nicht. Wenn man diesen unterirdischen Zusammenhang in der gewöhnlichen Weise auffasst, dass die Vulkane nur Canäle sind, welche von der Aussenwelt auf ein gemeinsames heissflüssiges Erdinnere führen, dass die ganze Erde also als eine noch flüssige Kugel, von einer verhältnissmässig dünnen erkalteten Rinde umgeben, zu betrachten ist, so glaube ich diese Frage unbedingt verneinen zu müssen.

Man ist im Allgemeinen gewöhnt, Vulkanausbrüche als seltne und dabei furchtbare und entsetzliche Erscheinungen zu betrachten, und es liegt daher sehr nahe zwei so ausserordentliche Phänomene, die sich gleichzeitig z. B. an einem Tage, aber an verschiedenen Orten ereignen, mit einander in Verbindung zu bringen. Es geschieht dies aber kaum mit grösserem Rechte, als wenn man z. B. ein Gewitter in den Tropen und eines in Deutschland in Causalzusammenhang setzen wollte. Wenn man von einem Vulkanausbruche hört, so denkt man gewöhnlich an die furchtbaren Ereignisse, wie sie oben z. B. bei dem Skaptar-Jökull oder dem Consiguina oder bei den Vulkanen in Japan geschildert worden sind; man vergisst aber, dass dergleichen allerdings entsetzliche Erscheinungen nur sehr vereinzelt dastehen, und dass im Gegentheil die bei weitem grösste Anzahl von Eruptionen einen vollständig localen Charakter trägt. Vielleicht zwei Drittel sämmtlicher Eruptionen, welche ich in meinem Kataloge verzeichnet habe, erstreckten sich in ihren Wirkungen nicht über den Umfang des Berges hinaus, dem sie angehörten. Nehmen wir nun dazu die grosse Anzahl der Ausbrüche, die sich in eruptionsreichen Jahren ereignen, so kann ein Zusammentreffen von solchen nicht befremden und es ist eher zu verwundern, dass wir nicht häufiger Beispiele davon erleben. Daraus allein schon aber auf einen unterirdischen Zusammenhang der betreffenden Vulkane zu schliessen, würde mehr als gewagt sein. Wäre es nicht widersinnig z. B. zwei Puncte in Verbindung zu bringen, wie das asowsche Meer und die Küste von Kamtschatka, welche, bei einer Dicke der Erdkruste von 5 oder 6 Meilen, viele Hunderte von Meilen von einander entfernt sind, blos weil an einem und demselben Tage (10. Mai 1814) in dem einen eine Insel emporstieg, an der andern sich eine submarine Eruption ereignete? Oder sollen Eruptionen einen unterirdischen Zusammenhang haben, wie die des Mount Rainier (Oregon, 23. November 1843), des Aetna (25. November 1843) und des Guntur auf Java (25. November 1843), oder die des Gunong Salassi auf Sumatra und des Vesuv (beide am 22. April 1845), welche an der Oberfläche um den Schlund herum kaum einige Meilen weit bemerkbar waren?

Man könnte mir nun allerdings einwenden, dass es gleichzeitige Eruptionen weit entfernter Vulkane giebt, welche in ihrem Auftreten so gewaltiger Art sind und ihre Wirkungen so weit ausdehnen, dass man, ohne der Natur Zwang anzuthun, auf einen unterirdischen Zusammenhang derselben geführt wird. Es sind diese Beispiele sehr selten, und

aus sämmtlichen oben angeführten dürften eigentlich nur 2 oder 3 hier ihre Erwähnung finden, nämlich die Eruptionen in Chile und Mittelamerika am 20. Januar 1835, ferner die des Asama-yama und des Skaptar-Jökull im August 1783 und die Ereignisse vom 26—28. November 1852. Aber auch diese 3 furchtbarsten Beispiele simultaner vulkanischer Phänomene, welche mir aus der Geschichte des Vulkanismus bekannt sind, können nicht als eigentliche Beweise für ein allgemeines Centralfeuer, von dem sie gleichzeitig ausgingen, dienen; denn sie finden ebensogut ihre Erklärung, wenn wir vollständig von einander getrennte vulkanische Gebiete, unterirdische Lavaseen annehmen, auf welche eine Kraft von aussen, eine Ursache kosmischer Natur, anziehend wirkt, eine Annahme, die nach dem Zusammenhange mit Sonnenflecken und Sternschnuppen, den die vulkanischen Eruptionen darbieten, nicht mehr willkürlich erscheinen dürfte, als die eines allgemeinen feurigflüssigen Erdinnern. Indessen hat man eine solche Annahme nicht nöthig, um einen unterirdischen Zusammenhang zwischen diesen Eruptionen als unwahrscheinlich erscheinen zu lassen. So furchtbar die Ausbrüche des Asama-yama und des Skaptar-Jökull auch waren, so trugen sie doch in so fern einen ganz localen Charakter, als ihre Wirkungen sich nicht über die Inseln Nipon und Island hinaus erstreckten, ja von diesen selbst nur einen verhältnissmässig geringen Raum umfassten. Wie ungeheuer ist aber der Raum zwischen diesen beiden Gebieten, sollte nun eine Kraft, die die Lava in Island emportrieb, an diesem Zwischenraum spurlos vorübergehen, um auf der andern Seite der Erde plötzlich dieselben Wirkungen zu erzeugen? Und dann, wenn auch beide Eruptionen gleichzeitig stattfanden, so fällt doch der Beginn derselben um Monate auseinander. Die Entstehung der Insel Nyöe fällt in den Anfang des Monats Mai, der Anfang der Eruptionen des Skaptar-Jökull auf den 9. Juni, während die Störungen auf Nipon erst am 27. Juli begannen und der Asama-yama die grösste Intensität seines Ausbruchs am 4. und vom 10—14. August entwickelte.

Das andere Beispiel vom Consiguina und den Vulkanen Chile's macht nun allerdings den Eindruck, als wären die Eruptionen jener Vulkane das Werk einer und derselben nach verschiedenen Puncten gerichteten Kraft; es bleibt aber trotzdem die Möglichkeit eines merkwürdigen Zufalls ebenso wenig ausgeschlossen, wie oben. Nehmen wir aber auch das erste an, können wir uns einen klaren Begriff darüber machen, welcher Art jene Kraft ist und in welcher Weise dieselbe wirken musste, um zu gleicher Zeit 2 Eruptionen an Puncten hervorzubringen, welche 800 Meilen von einander entfernt liegen, ohne die dazwischen liegenden Puncte nur im Geringsten zu afficiren? In welcher ungeheuren Tiefe musste der Ausgangspunct jener Kraft liegen und wie dick musste die Erdrinde zwischen beiden Puncten sein, um demselben Anprall zu widerstehen? Warum merkte man an den zahlreichen Vulkanen Peru's und Bolivia's, Quito's und Neugranada's während jener

furchtbaren Katastrophe nicht das Geringste, selbst nicht an dem immer offenen Sangay und nicht an dem nur wenige Meilen vom Consiguina entfernten San Miguel oder Jolotepec. Ist es denkbar, dass eine so gewaltige Kraft, welche auf zwei Puncte von 800 Meilen Entfernung gleichzeitig wirkte, sich nur ein Loch von 1500 Meter Durchmesser zum Ausgange suchen wird, welches noch dazu verschlossen ist, während sich daneben und dazwischen viele offne und weit grössere Schlünde befinden? Bei Annahme eines feurigflüssigen Erdinnern bleibt meines Erachtens nur eine Möglichkeit, die etwas Wahrscheinlichkeit für sich hat, um einen Causalzusammenhang zwischen zwei so weit entfernten simultanen Eruptionen zu erklären, es ist dies die Annahme einer plötzlichen Senkung der ganzen Andeskette zwischen den Vulkanen Chile's und Mittelamerika's. Die Grösse dieser Senkung brauchte allerdings kaum den 10ten Theil einer Linie zu betragen, um möglicherweise (ich sage wohl nur möglicherweise) noch viel gewaltigere Revolutionen zu erzeugen. Es bleibt dann allerdings immer noch die Schwierigkeit zu erklären, warum durch die offnen Canäle innerhalb des Senkungsfeldes selbst die flüssige Masse nicht auch hervorgepresst wird. Der Nachweis eines unterirdischen Zusammenhangs gleichzeitiger Eruptionen sehr weit entfernter Vulkane, d. h. solcher, welche durch grössere ganz unvulkanische Gebiete und durch andere Vulkanreihen, die nicht ihrem Gebiete angehören, getrennt sind, bleibt also immerhin sehr problematischer Natur.

Anders verhält es sich mit simultanen Eruptionen auf demselben vulkanischen Gebiete. Wenn, wie in der Nacht zum 12. August 1772 auf Java 4 Vulkane auf einmal einen Ausbruch haben, oder wie im Januar und Februar 1843 die Eruptionen und Erdbeben eine zusammenhängende Kette unterirdischer Störungen bilden, oder wenn, wie auf Island die simultanen Eruptionen sich auf derselben deutlich nachweisbaren Spalte ereignen, so fühlt man sich nothwendig gedrungen, dieselben auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen, ihnen einen gemeinschaftlichen Heerd unterzulegen. Dass aber diese *Materia peccans* der Pyriphlegeton ist, ist damit allerdings noch nicht entschieden, denn die Lösung der Frage, warum die dazwischen liegenden Vulkane, die auf demselben Heerde stehen, nicht auch Eruptionen haben, ist deswegen noch nicht gegeben. Man könnte sagen, dass dieselben verstopft, dass ihre Schlote durch den fortdauernden Erkaltungsprocess im Innern zugebaut seien, dagegen spricht aber wieder die Thatsache, dass sie ununterbrochen fortfahren zu rauchen und noch vielmehr die, dass immer thätige Vulkane wie Lamongan, Stromboli u. a., die sich ausserdem noch durch ihre geringe Höhe auszeichnen, in ihrem gewöhnlichen Spiel fortfahren, ohne nur die geringste höhere Erregung zu zeigen. Auch die Annahme mehrerer vulkanischer Heerde übereinander, wodurch dieser Einwand allenfalls widerlegt werden würde, bietet ihre vielfachen Schwierigkeiten dar. Ueberdies dürfte

bei der Erörterung dieser Frage zu berücksichtigen sein, dass wir auch gleichzeitige Schlammeruptionen mehrerer Vulkane haben, welche an Grösse der ausgeworfenen Massen und Furchtbarkeit der dabei auftretenden Erscheinungen den feurigen Eruptionen durchaus nichts nachgeben. Ich will hier nur an die oben geschilderten Ereignisse vom 28. October 1746 (Schlammeruptionen des Vulkans bei Lucanas und dreier anderer Vulkane bei Caxamarquilla unweit Pataz, bei dem Erdbeben von Lima und Callao) und 4. Februar 1797 erinnern; bei dem ersten haben wir 4, bei dem zweiten 3 Eruptionen und die ausgeworfenen Wasser- und Schlammmassen des Tunguragua füllten Thäler von 1000 Fuss Weite und 600 Fuss Höhe aus. Eine Mitwirkung eines feurig-flüssigen Erdinnern bei diesen Ereignissen dürfte aber, wenn man ohne vorgefasste Meinungen an die Erklärung derselben geht, schwer zu erweisen sein.

Ein ganz besonderes Licht auf die Frage nach den Ursachen der vulkanischen Eruptionen dürfte vielleicht das Studium des Antagonismus werfen. Antagonismus zeigt sich, wie wir oben gesehen haben, zwischen ganzen vulkanischen Reihen, welche aneinandergrenzen und zwischen einzelnen benachbarten Vulkanen desselben vulkanischen Gebietes; er zeigt sich nicht zwischen Vulkanreihen, welche durch grössere unvulkanische Gebiete von einander getrennt sind. Die Beispiele von Antagonismus zwischen einzelnen Vulkanen erstrecken sich meist auf solche Fälle, wo ein Vulkan einstürzt, während ein anderer seine Thätigkeit beginnt, oder wo ein immer thätiger Vulkan seine Thätigkeit unterbricht, während ein anderer nur in einzelnen Perioden thätiger, dieselbe anfängt. An einen ursachlichen Zusammenhang dieser Gegenwirkung lässt sich hier nicht zweifeln; es fragt sich nur, welcher Art dieser Zusammenhang ist. Ein Freund, dem ich die obige Zusammenstellung der kamtschadalischen und aleutischen Eruptionen zeigte, verglich dieselben auf den ersten Anblick mit dem Schwanken zweier Wagschalen, welche das Gleichgewicht suchen; ein Vergleich, der vielleicht seine volle Gültigkeit haben dürfte, wenn wir denselben auf die Masse der festen Erdkruste über den vulkanischen Gebieten anwenden. Bisher erklärte man den Antagonismus in der Weise, dass man annahm, die Canäle des einen Vulkans oder des einen vulkanischen Gebietes seien verstopft und das Centralfeuer müsse sich darum einen andern Ausweg suchen, den es in dem benachbarten Schlunde dann finde. Diese Erklärung ist in mehr als einer Beziehung unzureichend. Ganz abgesehen davon, dass sie auf einer Annahme beruht, die ebenfalls erst zu beweisen ist und dass sie die eigentliche Ursache der Eruptionen vollständig unberührt lässt, wird sie schon durch den regelmässigen Wechsel der Eruptionen in beiden Gebieten widerlegt, der wohl kaum durch ein beständiges Hin- und Herirren gespannter Dämpfe seine Erklärung finden dürfte. Jedenfalls ist bei der Erforschung dieser Erscheinung zunächst zu entscheiden, was ist Ursache und was ist Wirkung. Hat Kamtschatka Eruptionen, weil die Aleuten keine haben, oder

haben die Aleuten keine, weil Kamtschatka welche hat, oder mit andren Worten, unter welchem Gebiete ruht die eigentliche Ursache der vulkanischen Thätigkeit, unter dem ruhenden oder unter dem zeitweilig thätigen. Die Betrachtung der oben unter 10, 11 und 12 aufgestellten Sätze dürfte uns vielleicht zur Beantwortung dieser Frage hinführen.

Diejenigen Puncte, an welchen sich heutzutage die vulkanische Thätigkeit am energischesten entfaltet (d. h. diejenigen Vulkangebiete, welche seit historischer Zeit die meisten Eruptionen haben), sind der Raum zwischen dem südöstlichen Asien und Australien von 10° s. Br. bis 15° n. Br. und 100—130° L. öst. v. Paris, ferner das den südasiatischen Inseln beinahe diametral entgegengesetzte Centro-Amerika und die vulkanischen Ketten der Kurilen, Aleuten und Kamtschatka's. Grosse Energie des Vulkanismus findet also überall da statt, wo grosse Continente ihrer Verbindung entgegengehen, oder erst kürzlich (im geologischen Sinne) entgegengegangen sind. Es scheint dieser eigenthümliche Process, dem bis jetzt noch nicht die Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, welche er wohl verdient, damit zu beginnen, dass sich aus den Continenten förmlich fühlerartig langgestreckte Halbinseln herausentwickeln, zwischen denen dann die vulkanische Hebung und Aufschüttung das vermittelnde Glied bildete. Bei den beiden Continenten Amerika's, die früher unzweifelhaft getrennt waren, ist diese Verbindung schon erfolgt. Nach den Berichten Wagner's befand sich an der Stelle der heutigen Landenge von Panama einstmals in der ganzen Breite zwischen der Höhengruppe von »Maria Heinrich« und der »Sierra Trinidad«, den beiden äussersten Enden von zwei verschiedenen Gebirgen, eine Meerenge von mindestens 8 deutschen Meilen Breite, welche durch inselartige centrale Durchbrüche jüngerer vulkanischer Bildungen, die sich allmählich verbanden, im Lauf der Zeit ausgefüllt wurde. Centrale Erhebungen von geringer Höhe mit radialer Gliederung, rundliche Thäler einschliessend, von NO nach SW gerichtet, in ihren lateralen Gebilden theilweise auch ganz isolirt und unregelmässig, ersetzen dort den Kettenbau. Trachyte, Trachy-Dolerite und Basalte mit ihren submarinen Tuffbildungen und Conglomeraten sind die vorherrschenden Gesteine mit gänzlichem Ausschluss des Granits, der sonst in den eigentlichen Cordilleren nie fehlt und von der Sierra Trinidad nordwestlich wie östlich vom Peñon gerade überall als das vorherrschende Höhengestein in der Wasserscheide ansteht, wo das Gebirge wieder in der eigentlichen Kettenform erscheint.

Die Vereinigung Asiens mit Australien in gleicher Weise zu einem grossen Continent dürfte vielleicht in nicht zu grosser Ferne liegen. Die zahllosen Schwärme vulkanischer Inseln zwischen beiden, die fortdauernden Hebungen in jenem Archipel, die geringe Tiefe des Meeres (30 Toisen mittlere Tiefe) liefern Beweise genug dafür. Aehnliche Erscheinungen finden wir auch in den allerdings der Beobachtung weniger zugänglichen Archipelen der Kurilen und Aleuten.

Es erstreckt sich aber diese Eigenthümlichkeit in der Lage der Vulkane nicht blos auf die Verbindungslinien grosser Continente, sondern es wiederholt sich diese Erscheinung, dass sich die Eruptionsschlünde namentlich gern da anzusiedeln pflegen, wo sich grössere Ländermassen mit ihren Spitzen berühren, noch in kleinerem Maassstabe an ziemlich vielen Puncten und sie erscheint dann um so auffallender, weil dergleichen Vulkane bisweilen ausser aller Verbindung mit andern Vulkanreihen oder Gruppen stehen, also ganz isolirt auftreten. In Asien liefern dafür Beispiele die Nordinsel mit dem Ras Mussendom und die Inseln Anjam, Ladedj und Polior in der Strasse von Ormus, die vulkanischen Inseln im rothen Meere, in der Babel-Mandeb-Enge, die Insel Cracatao, zwischen Java und Sumatra, die kleinen Inselvulkane zwischen den grossen japanischen Inseln, die Insel Tsinmura bei Korea; in Afrika die Gruppe der Comoro-Inseln und die Insel Pamanzi zwischen dem Continent und den Vulkanen auf der Nordspitze von Madagaskar. In Europa spiegelt sich dieses Verhältniss wieder in der Verbindung mit Afrika durch die italienische Halbinsel, Sicilien und Ferdinandea, in der Verbindung mit Asien durch die griechische Vulkanreihe und der Verbindung mit Amerika durch Island und den submarinen Eruptionspunct bei der shetländischen Insel Fetlar. In Australien haben wir den Inselvulkan zwischen der Rook-Insel und Neu-Britannien, den ganz isolirten Vulkan auf der Cap-Insel in der Torres-Strasse zwischen dem Cap York und Neu-Guinea und die (allerdings problematische) Entstehung einer Insel in der seichten Bass-Strasse. In Amerika endlich finden wir den submarinen Eruptionsschlund auf der Bahama-Bank zwischen dem langgestreckten Florida und den Antillen und den submarinen Ausbruch zwischen Martinique und Guadeloupe. Der Grund für diese Thatsachen scheint mir eben nur in dem grossen doppelten Drucke auf eine nachgiebige Unterlage zu liegen, dessen Wirkungen sich zwischen beiden Druckstellen, also an den Puncten des geringsten Widerstandes als Hebungen äussern müssen.

In enger Beziehung zu dieser eben geschilderten Eigenthümlichkeit in der Lage der Vulkane, vielleicht der Grundursache nach dasselbe Phänomen, steht die Erscheinung, dass sich die Vulkane selten auf dem höchsten Rücken einer Gebirgskette erheben, sondern ihre Basis meist am Fusse oder wenigstens in tieferen Niveaus derselben haben, während sich hinter ihnen meist aus älteren Felsarten bestehende Gebirgszüge vorfinden. In solchem Verhältnisse stehen der Vesuv und die phlegräischen Felder zu den Apenninen, der Aetna zu den sicilianischen Gebirgen, die kamtschadalischen Vulkane zu dem Mittelgebirge Kamtschatka's. Eine eben solche Lage behaupten die zahlreichen vulkanischen Pics der Halbinsel Camarines, der Halbinsel Aljäska, die Vulkane Mittelamerika's, Island's und namentlich viele erloschene Vulkane im Innern der Continente. Es wird dieses Verhältniss z. B. in Mexiko und an manchen andern Puncten der Cordilleren bisweilen dadurch ver-

schleiert, dass einzelne Gipfel der Vulkane allerdings die höchsten Erhebungen eines Gebirgszugs bilden; es hat dies aber auf die Beurtheilung der Frage insofern keinen Einfluss, als es sich bei denselben als späteren Bildungen nur um ihre Basis, d. h. den Ort des ersten Ausbruchs der Spalte oder des Schlundes handelt.

Denken wir uns solche Gebirgsketten, an deren Fusse Vulkane sich befinden, plötzlich bis in ein gewisses Niveau unter Wasser gesetzt, so werden ihre hervorstehenden Kämme Küstenränder oder langgestreckte Inseln bilden, vor denen sich in einiger Entfernung die Vulkane als isolirte Kegelberge aus dem Meere erheben, eine Erscheinung, die namentlich bei den Vulkaninseln des stillen Oceans zu beobachten ist. Da nun die Contourformen der Continente mit der Richtung naher Gebirgsketten häufig eine merkwürdige Uebereinstimmung zeigen, da ferner nach den scharfsinnigen Beobachtungen Leopold von Buch's und Al. v. Humboldt's diese Küstenrichtungen der Continente sich in einer Zone nahe gelegener Inseln zu reflectiren scheinen, so dürfte auch die Erscheinung, dass ganze Vulkanreihen auf Inseln den Umrissen der benachbarten Continente folgen, auf das Verhältniss der Vulkane zu benachbarten Gebirgsketten zurückzuführen sein.

Bei der Untersuchung der Lage der Vulkane und der Gesetze ihrer Aggregation hat man sich vorzugsweise mit den Gegenden beschäftigt, in welchen dieselben vorkommen, hat aber denen wenig oder gar keine Berücksichtigung geschenkt, welche frei davon sind. Weil Vulkane in allen Erdtheilen unter allen geographischen Breiten auftreten, muss die feurigflüssige Masse des Erdinnern allgemein verbreitet sein, ist der Schluss der Plutonisten. Weil der bei weitem grösste Theil des Erdballs vollständig frei von allen Vulkanen ist, kann die materielle Ursache des Vulkanismus nicht überall vorhanden sein, ist jedenfalls ein Schluss, der mindestens eben so gut seine Berechtigung hat, als der obige. Warum befindet sich in der ungeheuren Ebene, die sich von den Gestaden Hollands bis an das Mittelgebirge Kamtschatka's erstreckt, kein einziger Vulkan, warum nicht im canadischen und polaren Norden Amerika's von Island bis Aljäska? Weil in diesen Ebenen nicht durch Emporhebung hoher Gebirge die Erdkruste so tief gespalten wurde, dass das feurigflüssige Erdinnere sich daraus einen Ausweg verschaffen konnte. Aber der Ural? Er liegt an keinem Meere, welches seine Gewässer in die Spalten entsendet, um die Dämpfe zu erzeugen, die zur Erhebung des Pyriphlegeton nothwendig sind. Aber die Kjölen, die grossen vulkanleeren Gebiete der Anden zwischen den Vulkanreihen von Chile und Peru, zwischen dieser und der Reihe von Quito, zwischen der mexikanischen Reihe und dem Cascadengebirge? Wenn man diese Bedenken durch die Bemerkung entkräften will, dass die Erdkruste nicht überall von gleicher Dicke ist, so beweist man einen Satz durch einen andern, der eben auch erst des Beweises bedarf. In jedem Falle verdient die Beobachtung, dass alle grossen Niederungen der Erde voll-

ständig frei von allen Vulkanen sind, alle Beachtung, da die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung wahrscheinlich in engster Beziehung zur Genesis der Vulkane überhaupt steht. Wenn auch der Grund, dass in grossen Ebenen die Erdkruste auf weite Strecken hin nicht durch Emporhebung von Gebirgen oder einseitige Senkungen gespalten ist, und dass darum die Meteor- oder Meerwasser nicht so bequem zu dem flüssigen Heerde in die Tiefe gelangen können, dass deswegen auch die Erdkruste selbst dem Drucke von unten einen gleichmässigeren und darum grösseren Widerstand entgegensetzt, in mancher Beziehung seine Berechtigung hat, so wird darum immer noch nicht erklärt, warum der bei weitem grössere Theil der Gebirge, selbst von solchen, die nahe am Meere oder solchen, die zwischen grossen Vulkanreihen mitten inne liegen, frei von Vulkanen ist. Bei der Annahme eines allgemein verbreiteten feurigflüssigen Erdinnern wird man nur schwierig diesen Einwand beseitigen können. Derselbe schwindet aber augenblicklich, sobald man die Vulkane oder die vulkanischen Gebiete (d. h. jede Reihe oder Gruppe für sich) als verhältnissmässig locale Phänomene auffasst, deren von allen Seiten abgeschlossner Heerd in nicht zu grosser Tiefe unter der Oberfläche zu suchen ist. Dieser Heerd besteht entweder aus schon feurigflüssigen Massen, oder aus solchen, die noch brei- oder schlammartiger Natur sind *). Ist das erstere der Fall, so rührt jedoch meiner Ansicht nach die hohe Temperatur nicht von der ursprünglich feurigflüssigen Masse der Erde her, sondern sie ist das Product noch jetzt wirkender Ursachen, vorzugsweise des Drucks von oben und der daraus hervorgehenden Verdichtung der halbflüssigen Massen, zu dem sich dann vielleicht auch noch gesteigerte chemische und elektromagnetische Processe gesellen.

So viel kann man wohl mit Gewissheit behaupten, dass an vielen Puncten der Erde (nicht an allen!) schon in einer Tiefe von circa einer deutschen Meile manche Gebirgsschichten sich in einem vollständig erweichten Zustande befinden. Es dürfte vielleicht wenige zusammengesetzte Gesteine (im petrographischen Sinne) geben, welche auf die Dauer der Einwirkung von 140—150° R. heissem Wasser, welches wahrscheinlich noch mit Säuren gemischt ist, widerstehen können, ohne in ihre Bestandtheile zu zerfallen. Den Beweis dafür haben wir an allen den Puncten, wo seit Jahrhunderten heisse Dämpfe oder heisse Wässer in Menge ausströmen, wie z. B. am Roto mahana oder warmen See in der Provinz Auckland auf der Nord-Insel von Neu-Seeland, an mehreren Orten Californiens, Sonora's, Islands, Java's, Luzons etc. Wenn wie an dem erstgenannten Orte Wasser von 84—100° C. schon hinreicht, um im Laufe

*) Herr Doctor Volger hat bei Gelegenheit seines Werkes über Erdbeben in Wallis eine ganz ähnliche Ansicht geäussert. Ich bemerke dies hier ausdrücklich, um demselben nicht von Neuem Anlass zu dem ungerechten Vorwurfe zu geben, als habe ich mir sein geistiges Eigenthum angeeignet.

der Zeit die umliegenden Felsen zu erweichen und in Schlamm und Brei zu verwandeln, um wie viel mehr muss dies der Fall sein an Puncten, wo das Wasser unter dem Drucke von 2—3 Atmosphären steht. Dergleichen Orte, wie die obengenannten betrachte ich schon als das Ausgehende des vulkanischen Heerdes. Man kann wohl mit Bestimmtheit behaupten, dass an solchen Orten diese vollständige Erweichung der festen Erdkruste, welche auf der Oberfläche nur in einem verhältnissmässig kleinen Raum zu Tage tritt, nach der Tiefe zu immer grössere Dimensionen annehmen wird, wenigstens bietet die gewaltige Ausdehnung mancher Schlammeruptionen einen ziemlich sichern Anhalt dafür, so dass die erweichten Schichten gewissermassen die Form eines umgekehrten Trichters darbieten werden. Die darüber lagernden festen Schichten werden daher theils schwimmend, theils noch durch feste Gebirgsglieder unterstützt auf denselben ruhen. Man kann ferner behaupten, dass dergleichen erweichte Massen bezüglich ihrer Ausdehnung einem fortwährenden Wechsel unterworfen sein müssen, einem Wechsel, der vorzugsweise mit von dem Eindringen grösserer oder geringerer Mengen von Wasser, sowie von dem verschiedenartigen Verhalten der einzelnen Gebirgsglieder gegen überhitztes Wasser abhängig sein dürfte. Diese Veränderungen in den Massen der zersetzten und erweichten Gebirgstheile, mögen sie nun in einer Vergrösserung oder Verringerung derselben bestehen, können aber nicht ohne Rückwirkung auf die darüber lagernden festeren Schichten bleiben; namentlich wird eine Vergrösserung dieselben bisweilen vollends ihrer Stütze berauben und sie werden mit dem ganzen Gewichte ihrer Massen auf die weiche Unterlage drücken. Die nächste Wirkung dieses Drucks ist eine Zusammenpressung und Verdichtung der erweichten Stoffe, durch welche so viel Wärme erzeugt wird, um dieselben in den Schmelzfluss überzuführen und das ihnen beigemischte Wasser in Dampf von hoher Spannung zu verwandeln. Die zweite Folge wird sein, dass die flüssige Masse durch den Druck von oben veranlasst wird nach allen Seiten auszuweichen, um sich irgendwo an die Oberfläche Bahn zu brechen und so das zerstörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Es werden dadurch alle diejenigen complicirten Vorgänge hervorgerufen werden, welche man nach dem Vorgange Alexander von Humboldt's allgemein mit dem Ausdrucke »Reaction des Erdinnern gegen die Erdoberfläche« bezeichnet. Geschieht der Durchbruch wirklich und treten die flüssigen Massen aus grosser Tiefe an die Oberfläche, so werden sie hier als vulkanische Gesteine erstarren, ist dies nicht der Fall, sondern erstarren dieselben wieder unter grossem Drucke in langen Zeiträumen, so entstehen plutonische Gesteine.

Die Möglichkeit eines solchen Durchbruchs hängt von zweierlei ab. Erstens von der Grösse des primären Drucks von oben nach unten und zweitens von der Widerstandsfähigkeit der benachbarten Gebiete, welche den secundären Druck von unten nach oben auszuhalten haben,

wozu sich dann noch als dritter Factor die grössere oder geringere Spannung und Menge der entstandenen Dämpfe gesellt.

Aus dem Vorstehenden erhellt, von wie grosser Wichtigkeit die Beschaffenheit des Terrains auf die Entstehung von Vulkanen überhaupt sein muss. In weit ausgedehnten Niederungen, namentlich solchen mit horizontalem Schichtenbau und nicht wasserdurchlassenden Gebirgsgliedern wird überhaupt nicht die Möglichkeit der Bildung grosser erweichter Massen gegeben sein. Gelangt das Wasser aber dennoch durch steilere Schichtenstellung oder Zerklüftung der massigen Gesteine in grössere Tiefen und übt hier im Verein mit Wärme seine zersetzenden Wirkungen aus, so ist doch der Druck, respective Widerstand auf weite Flächen hin so gleichmässig vertheilt, dass ein Empordringen der erweichten Massen nicht möglich ist. Es entstehen vielleicht nur in Folge geringer, sehr weit ausgedehnter Senkungen Detonationen, langanhaltende Erderschütterungen und Versuche zur Bildung von Vulkanen. Unter diese Kategorie von abyssodynamischen Erscheinungen dürfte vielleicht das Erdbeben von Cutsch, die langanhaltenden Erschütterungen des Missisippithales und der Niederungen des Orinoco, die Erdbeben von Semipalatinsk und dem Bassin des Amazonenstromes u. a. m. gehören. Eine besondere Berücksichtigung aber verdienen die räthselhaften Eruptionen bei Krasnojarsk am Jenisei am 8. August 1806, im nördlichsten Norwegen am 4. Juli, 5. August und 10. September 1811, des Vulkans 5 Meilen von der Stadt Booj, bei dem Erdbeben von Cutsch am 16. Juni 1819, in Arkansas am 3. December 1855, in Neu-Schottland am 29. Juni 1855 u. a., von denen man nicht recht weiss, ob man sie den eigentlichen vulkanischen Eruptionen zuzählen soll oder nicht. Auch die merkwürdigen Eruptionen des Ararat, Argäus, bei Amer in Spanien, des Varenius in Albanien (1269), am Olymp, bei Makri in Klein-Asien etc. dürften hier vielleicht ihre Stelle finden. Sie sind wahrscheinlich als Eruptionen zu betrachten, deren Heerd in so geringer Tiefe lag, dass in Folge des geringen Drucks und nur wenig gestörten Gleichgewichts die Massen nicht zum Schmelzfluss gelangen konnten. Man hat leider diesen eigenthümlichen Erscheinungen bis jetzt zu wenig Beachtung geschenkt, und dennoch bieten gerade sie im Verein mit den Erdbeben, bei welchen Flammenerscheinungen und Schlammeruptionen erfolgten, die erste Stufe zur Erklärung der vulkanischen Eruptionen überhaupt dar.

Ganz anders als in grossen Ebenen werden sich die Verhältnisse in hohen Gebirgen gestalten, namentlich in solchen, welche steil aus tiefen Meeren emporsteigen, die steilere Stellung der Schichten, das Aufrücken der Chthonisothermen, der bequeme Zufluss des Wassers vom Meere oder von thauenden Gletschern begünstigen offenbar die Bildung grosser, durch überhitztes Wasser erweichter Bassins im Innern. Die Grösse und Form derselben, ihre gegenseitige Stellung zu einander und möglicherweise auch übereinander, ihre Unterstützung durch noch feste Gebirgstheile, ihre Temperaturverhältnisse etc. können natürlich unend-

liche Verschiedenheiten darbieten; Verschiedenheiten, die noch überdies in ewigem Wechsel begriffen sind, und aus welchen sich die eigenthümlichen Erscheinungen des Synchronismus und Antagonismus, die sich bisweilen zu widersprechen scheinen, ungezwungen erklären lassen.

Nehmen wir z. B. den einfachsten Fall an, ein Theil einer Gebirgskette, wie z. B. die Anden von Chile, ruhe mit seinen angrenzenden Gebieten auf erweichten, breiartigen oder halbflüssigen Gebirgsschichten und senke sich plötzlich. Die Folge dieses Drucks wird, abgesehen von den dabei auftretenden Wärmeerscheinungen, in einer Verdrängung der flüssigen Massen nach beiden Seiten hin bestehen und diese werden wieder, um sich Raum zu verschaffen, nach oben zu reagiren, eine Reaction, die zunächst starke Erderschütterungen und, wenn das Hangende nicht widerstandsfähig genug ist, eine Hebung desselben hervorrufen wird. War die Senkungsfläche sehr lang gestreckt, so werden parallel zu derselben, also hier auf beiden Seiten der Anden, möglicherweise aber auch blos auf einer, Terrainwellen entstehen, welche, wenn der Druck stark genug war, längs ihrem Kamme sich öffnen und aus den entstandenen Spalten hier und da flüssige Massen ergiessen werden. Liegt das Hebungsfeld ganz oder theilweise im Meere, so wird natürlich das darüber lagernde Wasser an der Bewegung theilnehmen und sich in einer oder mehreren hohen Wellen über die benachbarte Küste ergiessen. War der erste Anprall von unten nach oben sehr mächtig, so werden die aufdringenden Massen die überlagernden Schichten höher empordrängen, als für ihr Volumen nöthig ist; letztere werden daher nach dem Zurücksinken der flüssigen Massen, auch vielleicht nach deren Erkaltung, ebenfalls wieder ein tieferes Niveau einnehmen, oder es wird in dem Hebungsfelde selbst wieder eine secundäre Senkung erfolgen. Es ist dieses meines Erachtens die einfachste Erklärung für die oben geschilderten furchtbaren Vorgänge bei dem Erdbeben von Concepcion am 20. Febr. 1835. Tritt diese secundäre Senkung nicht ein, so entstehen Hohlräume, welche späterhin Veranlassung zu tiefen Einstürzen geben, eine Annahme, die in dem vollständigen Zusammenbrechen von Vulkanen, in den tiefen Seen, welche sich in vulkanischen Gegenden finden, in Pendelbeobachtungen etc. ihre Bestätigung findet.

So regelmässig, wie hier geschildert, werden in der Wirklichkeit die Ereignisse allerdings sich nicht gestalten, da nicht anzunehmen ist, dass die Senkung überall gleichmässig erfolgt, die erweichte Schicht überall gleiche Mächtigkeit hat und die über dem Hebungsfelde lagernden Schichten überall gleichen Widerstand darbieten. Durch Seitendruck können manche Canäle zusammengepresst, verstopft werden, woraus die Ruhe von solchen Vulkanen hervorzugehen scheint, die inmitten derjenigen liegen, welche simultane Eruptionen haben. Dadurch, dass manche einzelne Vulkane über einem besondern Bassin flüssiger Massen stehen, welches in höherem Niveau liegt, als das allgemeine für

das ganze vulkanische Gebiet, und von diesem durch feste Schichten getrennt ist, erklärt sich das nicht gestörte regelmässige Spiel mancher immer thätigen Vulkane, wie Stromboli, Lamongan etc. inmitten äusserst starker Eruptionen der benachbarten Vulkane. Die regelmässige Abwechslung in den Eruptionen ganzer vulkanischer Gebiete ist wohl ebenfalls nur in längern andauernden Hebungen und Senkungen, in dem Streben nach Gleichgewicht der überlagernden Massen zu suchen, eine Ansicht, die auch durch die Thatsache bewiesen wird, dass, wenn ausnahmsweise Vulkane beider Gebiete gleichzeitige Eruptionen haben, dies solche sind, welche an den Grenzlinien derselben liegen.

Dem Einwande, welchen man gegen die oben aufgestellten Sätze machen könnte, dass in dem Maasse, als man die Hebungen und Eruptionen wahrnimmt, man auch die entsprechenden Senkungen bemerken müsse, ist leicht dadurch zu begegnen, dass in allen den Fällen, wo dieselbe sich über eine grosse Fläche erstreckt, sie nur äusserst gering zu sein braucht, um die furchtbarsten Umwälzungen zu erzeugen. Uebrigens bieten die schon nachgewiesenen säcularen Senkungen in vulkanischen und nicht vulkanischen Gegenden einen hinreichenden Beweis für die geringe Stabilität unserer Erdoberfläche. Es dürfte hier auch nicht überflüssig sein, an Beobachtungen, wie die von Boussingault zu erinnern, der aus seinen Messungen der Schneelinie an den Cordilleren von Bogota, verglichen mit den 50 Jahre früher von Alexander von Humboldt angestellten schliesst, dass diese Berge sich seit jener Zeit gesenkt haben müssten, weil die Schneelinie an ihnen ohne erkennbare klimatische Ursache weiter hinaufgerückt sei. Dass aber auch plötzliche grosse Senkungen bei Hebungen und Eruptionen vorkommen, die man unmittelbar mit einander in Verbindung bringen muss, beweisen z. B. die grösste Hebung der Neuzeit und die grösste Eruption des Alterthums. Die erstere fand am 23. Januar 1855 bei dem Erdbeben auf Neu-Seeland statt, wo bei Wellington ein Landstrich von 200□Mln. um 1—9 Fuss emporgehoben und eine 9 Fuss hohe Terrainstufe gebildet wurde, welche sich 20 Meilen weit verfolgen lässt. Während aber hierbei das Land nördlich von der Cook-Strasse bei Wellington und Port-Nicholson emporstieg, senkte es sich dagegen südlich von derselben um ungefähr 5 Fuss. Das zweite Beispiel ist die Entstehung des Fusi-no-yama auf der japanischen Insel Nipon, einer der höchsten thätigen Vulkane, im Jahre 285 v. Chr. In demselben Momente, wo dieser sich bis zu einer Höhe von 14000 Fuss über den Meeresspiegel erhob, versank in der Provinz Oomi, bei furchtbarem Erdbeben, ein grosses Stück Land in einer einzigen Nacht, und es bildete sich an dieser Stelle der See Mitsou-oumi oder Biva-oumi, der 72½ englische Meilen lang und an der breitesten Stelle 12¼ Meile breit ist. Aehnliche Beispiele lassen sich noch ziemlich viele anführen, ich will hier nur an das Erdbeben von Jamaica 1692, an die Senkung, Hebung und Eruption auf der Halbinsel

Cutsch 1819, an die Senkung des todten Meeres und Hebung der Jordan-Mündungen u. a. erinnern.

Je nach dem rascheren oder langsameren Verlaufe des Senkungsprocesses werden auch die Eruptionserscheinungen in den verschiedenen Phasen eintreten, wie wir sie an den Vulkanen wahrnehmen. War die Senkung eine plötzliche, erfolgte sie gewissermassen mit einem Rucke, so werden die Ausbrüche plötzlich, ohne alle Vorzeichen und mit grosser Heftigkeit auftreten, in den meisten Fällen aber auch von kürzerer Dauer sein. Erfolgte dieselbe sehr unregelmässig, bald hier bald da etwas stärker, störte sie auch in benachbarten Gebieten das Gleichgewicht der überlagernden Schichten, indem sie dieselben der Seitenstützen beraubte, so werden bald hier bald da Erschütterungen oder Eruptionen eintreten, die eine lange Kette unterirdischer Störungen bilden, welche erst mit der vollständigen Erlangung des Gleichgewichts ihr Ende erreicht (indischer Archipel im Januar und Februar 1843). Erfolgte die Senkung endlich ganz allmählich, so kann sie ein ganz allmähliches ruhiges Ausfliessen der Lava, ohne besondere Kraftäusserungen, ohne Erderschütterungen bewirken, oder auch, wenn der unterirdische Bau es begünstigt, ein regelmässiges periodisches Spiel einzelner Eruptionsacte, die durch die entstehenden Dämpfe ins Leben gerufen werden.

Je nach der Mächtigkeit der erweichten Schichten und der Tiefe des Heerdes, d. h. der Grösse des Druckes, werden die Massen endlich entweder als kalte Schlammströme, als heisser Brei oder als feurigflüssige Massen von verschiedener Temperatur hervordringen.

Eine plötzliche Vermehrung des Druckes auf den vulkanischen Heerd kann aber nicht blos in Processen im Innern des Erdkörpers ihre Ursache haben, sondern auch in äusseren Vorgängen. Es werden diese aber natürlich nur dann eine Eruption hervorrufen können, wenn überhaupt die Bedingungen dazu gegeben sind, sie werden gewissermassen nur den Ausbruch der Krisis beschleunigen. Solche Vorgänge sind eine sehr bedeutende, ungewöhnliche Vermehrung der wässrigen Niederschläge, wodurch nicht nur der äussere Druck vermehrt wird, sondern auch durch Aufweichung der Schichten eine Verschiebung derselben hervorgerufen werden kann, welche Ursache einer plötzlichen Senkung wird.

Ferner das Thauen von Gletschereis im Frühling und Sommer, woraus sich das bedeutende Vorherrschen der Eruptionen Island's und Chile's im Sommersemester erklärt und drittens eine plötzliche Verminderung des Luftdrucks über den Puncten des geringsten Widerstandes oder eine Vermehrung desselben in der Gegend, wo der grösste Druck erfolgt, also über dem Senkungsfelde, wodurch die merkwürdige Thatsache, dass viele sehr heftige Eruptionen als Gefolge von kreisenden Orkanen, Cyclonen, auftreten, ihre Erklärung findet. Da gewaltige atmosphärische Störungen sich bisweilen über weit ausge-

dehnte Gebiete verbreiten, so können auch bedeutende Häufungen unterirdischer Störungen um diese Zeiten nicht befremden, und es ist daher kein genügender Grund vorhanden, dieselben in einen unterirdischen Zusammenhang zu bringen. Auch der Zusammenhang der Eruptionen mit den Sonnenflecken wird wahrscheinlich kein directer, sondern ein aus dem Einflusse dieser auf die atmosphärischen Ereignisse hervorgehender sein.

Indem ich Vorstehendes der Oeffentlichkeit übergebe, will ich nur noch bemerken, dass ich mich in dieser Arbeit im Wesentlichen nur an die oben angeführten Schlusssätze bei der Begründung meiner Ansicht gehalten habe. Die Beweise gegen ein ursprünglich noch vorhandenes feurigflüssiges Erdinnere, welche aus dem Verhalten der Eruptionen gegen die Jahreszeiten und Witterungsverhältnisse überhaupt, aus dem Wandern des Eruptionsheerdes, aus der Aggregation der Vulkane, aus dem Bau und der Höhe derselben, aus ihrer Lage im Allgemeinen, aus der Dauer und dem verschiedenartigen Auftreten der Eruptionen etc. hervorgehen, werde ich in besondern Capiteln behandeln. Den Zustand der Erde, in welchem sie sich jetzt und überhaupt seit historischer Zeit befindet, habe ich als gegeben hingenommen, ebenso die innere Erdwärme, so weit wir sie an der Hand der heissen Quellen direct verfolgen können und mit diesen Annahmen habe ich die Vulkane und ihre Eruptionen aus den uns durch directe Beobachtung bekannten Gesetzen als nothwendige, sich von selbst ergebende Glieder in dem Kreislaufe der Erscheinungen, welche an der Oberfläche der Erde vor sich gehen, zu erklären versucht.

Zur Erläuterung der graphischen Darstellung.

Die beigegebenen Curven stellen die Zahl und Vertheilung der vulkanischen Eruptionen von dem Jahre 1600—1860 dar. In allen entspricht die Höhe der Ordinaten der Zahl der Eruptionen, während die Abscissen den Jahrgängen correspondiren. In Curve 1—5 sind starke, grosse Repetitionen lang anhaltender Eruptionen als neue Eruptionen betrachtet worden; Curve 6—10 stellen Zahl und Vertheilung der Eruptionen dar, ohne auf die Repetitionen Rücksicht zu nehmen, und ohne Berücksichtigung der starken Paroxysmen von Schlammvulkanen.

Curve 1 und 6 umfassen die Eruptionen der ganzen Erde.
,, 2 ,, 7 ,, ,, ,, ,, nördlichen Halbkugel.
,, 3 ,, 8 ,, ,, ,, ,, südlichen ,,
,, 4 ,, 9 ,, ,, ,, ,, östlichen ,,
,, 5 ,, 10 ,, ,, ,, ,, westlichen ,,
,, 11 umfasst die Eruptionen Islands.
,, 12 ,, ,, ,, Italiens (Vesuv, Aetna, Vulcano, Ferdinandea, und die Tremiti'schen Inseln, sowie einige submarine Eruptionen an der Küste Siciliens. Die immerwährenden Eruptionen des Stromboli sind nur dann in die Darstellung aufgenommen worden, wenn dieser Vulkan, wie z. B. in den Jahren 1822 und 1857 eine bedeutend erhöhte Thätigkeit zeigte).
,, 13 stellt die Eruptionen des Vesuv, und
,, 14 die des Aetna dar. — In Curve 11—14 sind die Repetitionen grösserer Eruptionen als besondere Eruptionen berechnet worden.

Es können diese Eruptionscurven natürlich nur ein annähernd richtiges Bild der vulkanischen Processe unseres Erdkörpers während verschiedener Zeiten geben. Abgesehen davon, dass wahrscheinlich viele vulkanische Ausbrüche (namentlich submarine) für unsere Kenntniss ganz verloren gehen, stellen sich einer graphischen Darstellung dieser Phänomene namentlich folgende Schwierigkeiten entgegen:

1) Die Trennung einzelner Eruptionen eines Vulkans von einander; wann ist eine zu Ende und wann geht eine neue an.

Bei Vulkanen wie der Vesuv, der seit einem Jahrhundert immer mehr in den Zustand eines fortwährend thätigen Vulkans übergeht, ist dies häufig sehr schwer oder gar nicht zu entscheiden. Man könnte sagen, eine jede Eruption muss von der nächsten durch eine längere Pause absoluter Ruhe getrennt sein, und könnte dann die Zeit der Thätigkeit durch eine erhöhte, horizontal verlaufende Linie bezeichnen; aber wie lang muss diese Pause sein und was ist absolute Ruhe? Ist nicht das blosse Ausstossen von Dampf aus dem Krater auch schon Thätigkeit? Und dann, wenn wir die Zeit der Thätigkeit durch eine gleichmässig horizontal verlaufende Linie bezeichnen wollten, würden wieder nicht die einzelnen Katastrophen eines und desselben Jahres (in gewisser Beziehung die Frequenz und Intensität des Ausbruchs) genügend markirt werden. Denken wir uns z. B. es beginnt ein sehr heftiger Ausbruch Anfang März. Nach einigen Tagen beruhigt sich derselbe in so weit, als nun die Lava ruhig fortfährt auszufliessen und der Vulkan weiter keine Zeichen der Thätigkeit äussert, als die mit einem gleichmässigen Ausströmen der flüssigen Masse verbunden sind. Anfang April, während diese Lava noch fliesst, bricht plötzlich unter den heftigsten Eruptionserscheinungen, wie Erderschütterungen, Aschenregen, vulkanischen Gewittern etc., ein neuer Krater an einer andern Stelle des Berges auf und ergiesst ebenfalls flüssige Massen. Ist dies nicht als ein neuer besonderer Ausbruch zu betrachten und ebenfalls in der Curve zu markiren? Ich habe diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen gesucht, dass ich in den Curven 1—5 die Repetitionen als gesonderte Eruptionen verzeichnet habe, während in den Curven 6—10 jeder längere Paroxysmus mit seinen Repetitionen nur als *ein* Ausbruch bezeichnet worden ist, der von dem nächsten allemal durch eine längere Zeit der Ruhe getrennt wurde; ich verkenne aber nicht, dass in der Beurtheilung dieses Verhältnisses manches Willkürliche, durch individuelle Anschauung Erzeugte, mit unterlaufen kann.

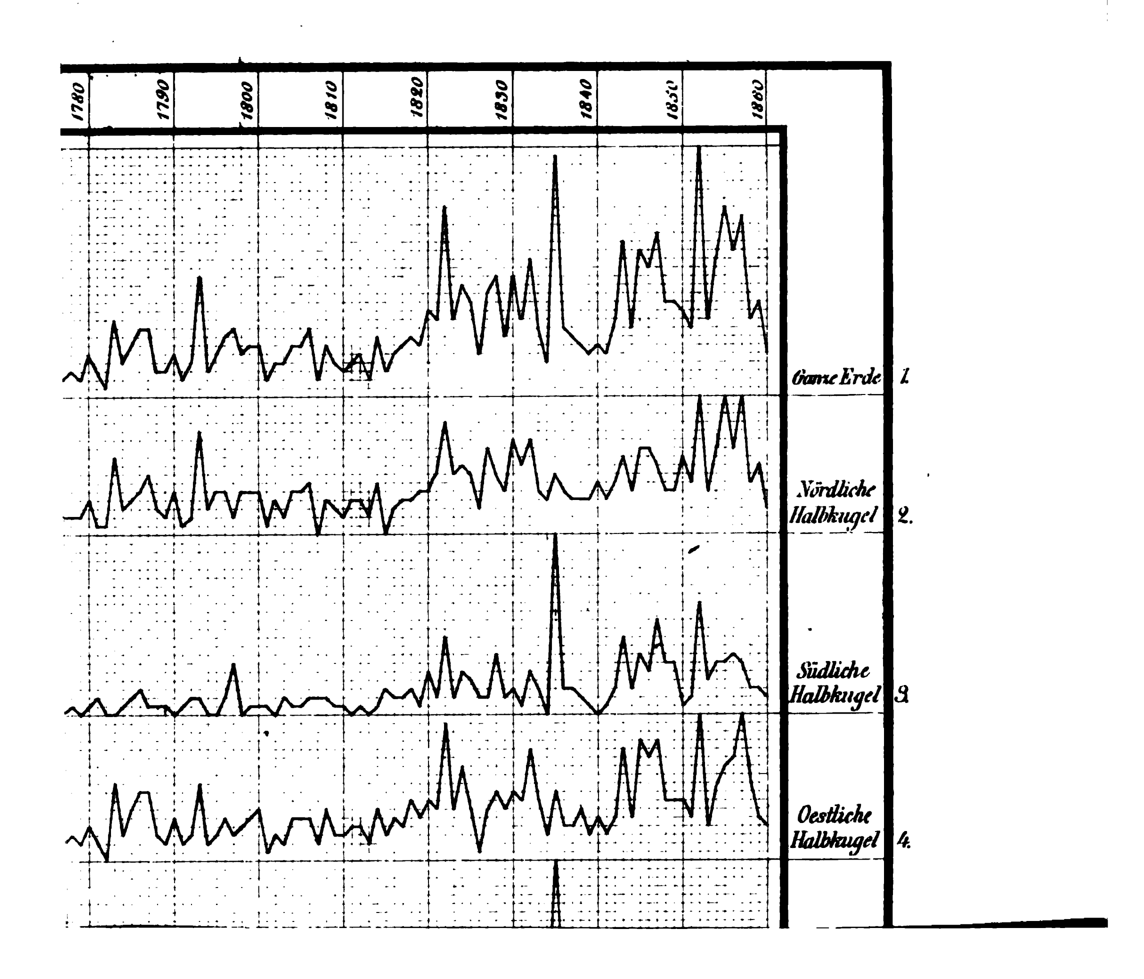
2) Eine zweite Schwierigkeit erwächst aus der Darstellung solcher *simultaner Eruptionen*, welche aller Wahrscheinlichkeit nach *einer und derselben Kraftäusserung* ihre Entstehung verdanken. So sind z. B. die Eruptionen der 4 Vulkane Java's (wie auch alle übrigen simultanen Eruptionen) in der Nacht zum 12. August 1772 in den obigen Curven getrennt berechnet worden, während es vielleicht eben so richtig wäre, dieselben, weil sie wahrscheinlich nur die Wirkung eines einzigen, nur gleichzeitig an verschiedenen Puncten wirkenden Processes sind, als *eine* Eruption zu verzeichnen. Weil wir über die unterirdische Verknüpfung solcher simultanen Ausbrüche aber keine positiven Beweise als eben ihre Gleichzeitigkeit haben, und dies ein Moment ist, welches aller genauen Abgrenzung entbehrt, so habe ich es vorgezogen, dieselben als getrennte Eruptionen zu berechnen. Es erwächst aber immerhin daraus eine Anschwellung der Curven in manchen Jahrgängen, die das Bild der Darstellung der vulkanischen Thätigkeit trübt.

3) Zu einer genauen graphischen Darstellung würde drittens die Aufnahme von immer thätigen Vulkanen, wie Stromboli, Lamongan, Sangay, Isalco etc. gehören. Da dieselben einestheils aber mehr Werth für die Vergleichung der einzelnen Vulkangebiete unter sich haben, anderntheils fast alle bekannt sind, so habe ich sie in diesen Curven weggelassen. In einer Arbeit, die ich später über die Intensität der einzelnen Gebiete veröffentlichen werde, habe ich auf diesen Umstand mit Rücksicht genommen. Nur dann, wenn solche permanent thätige Vulkane eine bedeutend erhöhte Thätigkeit für eine gewisse Zeit zeigten, ist dieselbe als eine einzelne Eruption in die Curven aufgenommen worden.

Um ein deutliches Bild der vulkanischen Thätigkeit in verschiedenen Zeiträumen zu gewinnen, wäre es endlich viertens noch nothwendig, in die Curven alle diejenigen Erdbeben aufzunehmen, welche man als Versuche zur Bildung eines Vulkans betrachten kann. Da aber Erdbeben, wie ich an einem andern Orte nachgewiesen habe, durch ganz verschiedene Ursachen herbeigeführt werden können, und viele derselben mit dem Vulkanismus wahrscheinlich gar nichts gemein haben (höchstens das, dass wir nichts Sicheres darüber wissen), so ist dieses sehr wichtige und in vieler Beziehung entscheidende Moment weggelassen und nur dann berücksichtigt worden, wenn durch die Erschütterungen permanente Hebungen grosser Landstrecken (Neu-Seeland, Chile etc.) hervorgerufen wurden, in welchem Falle denn die Hebung als eine besondere Eruption gerechnet wurde.

Aus diesem Allen folgt, dass man, zumal da wir für die Intensität der Ausbrüche, die doch hier namentlich mit in Frage kommt, gar kein absolutes Maass haben, durch die graphische Darstellung allein kein richtiges Bild der Aeusserungen der abyssodynamischen Kräfte erlangen kann, dass dieselbe nur in Begleitung eines ergänzenden Textes von Werth ist. Wenn daher in den beigegebenen Curven der Zusammenhang der Eruptionen mit den Sonnenflecken nicht so scharf in die Augen fällt, so ist dies auf die Rechnung der oben aufgeführten, nicht wohl zu beseitigenden Schwierigkeiten zu schieben. In dem Texte habe ich dadurch, dass ich die Minimaljahre der verschiedenen Sonnenfleckenperioden an den betreffenden Stellen, wenigstens skizzenartig auch nach ihren Beziehungen zu den allgemeinen Erdbeben charakterisirt habe, diesem Uebelstande einigermassen abzuhelfen gesucht.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
Ganze Erde 1.
Nördliche Halbkugel 2.
Südliche Halbkugel 3.
Oestliche Halbkugel 4.

RAPPORT

SUR

UNE MISSION SCIENTIFIQUE

DANS

LE DÉTROIT DE LA SONDE,

PAR

MM. R. BRÉON ET W.-C. KORTHALS.

Batavia, le 30 mai 1884.

Monsieur le Ministre.

Nous avons l'honneur de vous informer que nous sommes arrivés à Batavia le 14 mai. Quatre jours après, Monsieur le consul de France nous présentait au gouverneur général des Indes Néerlandaises. Son Excellence a bien voulu faciliter l'accomplissement de notre mission, en mettant à notre disposition, pendant une huitaine de jours, un petit vapeur appartenant à l'État; et, grâce à la bienveillance et à l'activité des autorités hollandaises, nous avons pu nous mettre en route dès le 21 pour le détroit de la *Sonde*.

Nous avons commencé notre exploration par la pointe Sud-Ouest de Java (Java's 1e punt) un des points où passe la fracture de l'écorce terrestre, jalonnée N. E.-S. O. par les îlots volcaniques Krakatau, Sebesie, Seboekoe et le massif du Radja Bassa à Sumatra.

Sur les indications de M. l'ingénieur des mines R. D. M. Verbeek, qui a étudié ces parages et qui a bien voulu nous aider de ses conseils et de son expérience, nous avons recueilli là des échantillons de roches acides récentes d'un grand intérêt. Jusqu'à présent c'est le seul gisement de roches de ce genre connu dans l'archipel Indien.

Le lendemain 23, nous touchions à Prinsen-Eiland, grande île

inhabitée, couverte d'épaisses forêts impénétrables et encore jamais étudiée par aucun géologue. Nous avons pu seulement y constater, sur la côte Sud-Est, la nature corallienne des falaises : nous sommes aussi tentés de croire à l'existence de montagnes volcaniques dans l'intérieur, d'après l'examen des sables que nous avons recueillis dans le lit des torrents descendant des hauteurs.

De là, nous sommes entrés dans la baie de Lampong, laissant sur la gauche les îles Lagoundie et, en suivant la côte Est de la baie, nous nous sommes rendu compte des ravages causés par la catastrophe du mois d'août 1883. Une bande de terrain absolument dénudé, commençant au niveau de la mer et s'élevant à une trentaine de mètres, marque la trace de la terrible vague qui a tout rasé sur son passage; au-dessus de cette bande la pluie de cendres a continué l'œuvre de dévastation en brûlant les feuilles des arbres, brisant leurs branches et par suite en occasionnant la mort du plus grand nombre.

Nous quittions Telok Betoeng dans la soirée du 24 et le 25 nous abordions à la côte Est de l'île Seboekoe. Là les phénomènes de destruction sont encore plus accentués que sur la côte de Sumatra; ils le sont encore bien davantage sur l'île voisine de Sebesie où l'anéantissement de la végétation est absolument complet. Dans cette dernière île au milieu de laquelle se dresse un beau cône volcanique aujourd'hui éteint, le sol primitif a été recouvert d'une couche de projections d'environ 10 mètres d'épaisseur, dans laquelle les torrents de pluie de la mousson du Sud Ouest ont entaillé de profonds ravins. Des 2,000 habitants qui vivaient sur cette terre fertile, aucun n'a échappé; nous avons eu le triste spectacle des restes d'une cinquantaine de ces malheureux dont les squelettes blanchissent sans sépulture au milieu de leurs ustensiles et des débris de leurs maisons.

Nous avons constaté que les roches amenées au jour par les anciennes éruptions du volcan Sebesie, en place sous le tuf ponceux récent, sont de nature basique et appartiennent à la famille des basaltes et des labradorites.

Le 26 nous faisions route pour Krakatau, but principal de notre voyage. En nous dirigeant au Sud, un fait de la plus haute importance se révèle à nous; les nouvelles îles Steers et Calmeyer ont tout à fait disparu. Cette disparition était du reste prévue et devait arriver au bout d'un temps plus ou moins long.

Ces îlots composés de matières meubles et sans cohésion, comme les cendres et les ponces, ont été sapés par les vagues et peu à peu démolis.

Bientôt nous avons le Krakatau devant nous à l'Ouest. Du côté Sud, un épais manteau de ponces et de cendres blanches raviné par les pluies, s'étend depuis sa cime (822 mètres) jusqu'au niveau de la mer, en dessinant le profil habituel des édifices volcaniques, tandis qu'au Nord se présente une coupure à pic. A une certaine distance, une légère fumée qui planait sur la surface de la paroi verticale nous avait fait supposer tout d'abord que l'activité volcanique n'avait pas encore complètement cessé à Krakatau. En approchant du pied de la falaise, à l'aide d'un canot, nous avons vu que ce qui nous semblait être des vapeurs n'était que des nuages de poussières fines provoqués par des éboulements continuels. Nous avons attribué la cause de cette chute de pierres, à la dilatation des fragments fendillés des roches, sous l'action de la chaleur solaire. Le phénomène qui rendait les abords de la falaise très dangereux, était en effet nul ou peu prononcé avant l'éclairage de la paroi par les rayons du soleil; il paraissait aussi cesser complètement au moment du crépuscule.

C'est par cette immense fracture que la partie encore existante de l'île de Krakatau a été brusquement séparée de celle qui s'est abîmée dans la mer, et dont les seules traces sont aujourd'hui représentées par un rocher émergeant de quelques mètres à 1 mille dans le Nord. Sur ce terrain englouti et recouvert maintenant par plus de 200 mètres d'eau, s'élevaient 2 autres volcans Danan et Perboewatan, qui tous deux étaient en éruption depuis le mois de mai 1883. La partie du cône restant encore appartient au Rakata qui était le point le plus élevé de l'île.

La structure de la montagne se voit facilement dans cette falaise à pic du côté du Nord; des coulées de laves noires ou rougeâtres alternent avec des bancs plus ou moins épais de projections tufacées. Sous le point culminant, la place où se trouvait la cheminée centrale du Rakata, est bien indiquée par de nombreux filons qui s'anastomosent entre eux et coupent la série des bancs, tantôt à angle droit, tantôt sous des angles plus ou moins aigus.

Nous avons pu débarquer sans danger à la pointe Ouest de Krakatau et nous avons ramassé de nombreux échantillons des produits de la dernière éruption. Il n'y a pas eu de coulées de lave

mais seulement des matériaux projetés parmi lesquels nous avons distingué deux espèces de roches : 1° des ponces très spongieuses, très acides (72 p. o/o de silice); 2° des fragments d'un verre noir ou vert foncé qui pour nous est la matière première dont l'émulsion avec les gaz et les vapeurs a donné naissance aux fragments ponceux.

Malgré l'acidité extrême des matières rejetées qui caractérise l'éruption du 26-27 août, la plupart des roches anciennes de Krakatau sont basiques et se rapportent aux basaltes et aux labradorites. Cette éruption acide venant après une suite de paroxymes ayant fourni des produits basiques est d'un grand intérêt : elle démontre l'inexactitude de la théorie qui veut que, dans une région volcanique, les éruptions se soient toujours succédé dans un ordre d'acidité décroissante.

Du reste ce n'est pas seulement de nos jours que des éruptions de nature acide ont intéressé le système de Krakatau. A une époque de son histoire, probablement assez éloignée de nous, un déluge de ponces s'est déjà répandu sur l'île. Nous en avons eu la preuve évidente à la pointe Ouest, où, en nous élevant le long de la falaise, nous avons observé, intercalé entre deux bancs de labradorites, un banc tufacé blanchâtre contenant les mêmes ponces et les mêmes débris vitreux que ceux de la dernière éruption. Il paraît donc, après un certain temps pendant lequel se sont écoulées des matières basiques, y avoir eu recurrence des types de roches acides vitreuses.

Nous avons observé à cette même pointe Ouest une excavation au milieu des tufs récents, d'où sortait un peu de vapeur d'eau. Du soufre sublimé et du chlorhydrate d'ammoniaque tapissaient les parois. La température était voisine de 100 degrés.

Nous quittons Krakatau pour aborder à l'île Verlaten, autrefois corbeille de verdure, aujourd'hui uniformément recouverte d'une couche de cendres d'une trentaine de mètres. Les profondes crevasses qui sillonnent sa surface lui donnent l'aspect d'un glacier. La pluie de matériaux projetés par le Krakatau a considérablement augmenté sa surface; son étendue est actuellement 2 fois plus grande qu'avant le cataclysme. Nous constatons en passant la disparition d'une petite île située à l'Est de Verlaten.

Enfin, après avoir touché à l'île Lang, qui a la plus grande analogie avec Verlaten et dont l'étendue s'est aussi beaucoup accrue,

nous relâchions à Merak sur la côte Ouest de Java, une des localités les plus éprouvées par la terrible marée du 27 août, et, le 29 mai au matin nous étions de retour à Batavia.

Tels sont, Monsieur le Ministre, les résultats généraux de notre excursion dans le détroit de la Sonde. A notre retour en France nous entreprendrons la description micrographique détaillée des roches que nous avons recueillies. Cette description fera l'objet d'un nouveau travail que nous aurons l'honneur de vous adresser, en y joignant un certain nombre de photographies prises sur place, qui pourront donner une idée plus exacte que les dessins erronés publiés jusqu'à ce jour, des changements qui se sont produits dans l'île de Krakatau.

Nous vous adressons avec ce rapport une carte indiquant les nouvelles modifications survenues dans le détroit de la Sonde depuis la publication de la nouvelle carte hollandaise ainsi que l'itinéraire que nous avons suivi [1].

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de nos sentiments respectueux et dévoués.

R. Bréon. W.-C. Korthals.

[1] Nous vous adressons avec ce rapport une carte indiquant les modifications survenues dans le détroit de la Sonde depuis la publication de la nouvelle carte hollandaise, ainsi que l'itinéraire que nous avons suivi.

Extrait de la Revue *l'Astronomie* (décembre 1883 et janvier 1884.)

LES

TREMBLEMENTS DE TERRE OROGÉNIQUES

ÉTUDIÉS EN SUISSE,

PAR

le Prof. Dr F.-A. FOREL, de Morges,

Membre de la Commission sismologique suisse.

Les tremblements de terre sont les plus terribles et les plus fréquents dans les régions volcaniques; parfois d'horribles catastrophes, comme celle d'Ischia, 28 juillet 1883, et celle du détroit de la Sonde, 26 août de la même année, préoccupent, et pour longtemps, l'humanité attentive. Mais ce n'est pas seulement le voisinage immédiat des volcans qui est le théâtre de tels ébranlements de la surface terrestre, et l'histoire nous raconte des tremblements presque aussi terribles que celui de Casamicciola, qui ont détruit des villes et épouvanté les populations bien loin des centres d'activité volcanique. Pour ne prendre mes exemples qu'en Suisse, je citerai le grand tremblement qui renversa la ville de Bâle, le 18 octobre 1356, celui de Brigue, le 9 décembre 1755, et celui de Viège, le 25 juillet 1855, ces deux derniers dans le district montagneux du Haut-Valais.

S'il est facile de relier à l'ébullition des laves dans la fournaise ardente des volcans les tremblements de terre qui accompagnent les éruptions, et en général

tous ceux qui ont lieu dans les régions volcaniques, il est plus difficile de comprendre les phénomènes sismiques qui apparaissent loin de tout volcan en activité. Or, ceux-ci sont fréquents, comme nous allons le constater, en considérant ce qui se passe en Suisse; ils sont une des manifestations presque normales des forces qui se jouent dans l'écorce terrestre; ils méritent donc d'être étudiés attentivement. Différentes hypothèses ont été mises en avant pour les expliquer; les uns y voient l'ébranlement causé par l'effondrement de cavernes souterraines; les autres des chocs dus aux marées de la mer de lave, que certains auteurs admettent sous l'écorce solide du globe; les autres y cherchent l'effet de ruptures dans les couches terrestres, quand celles-ci se plient lors de la formation des montagnes. C'est à ce dernier groupe d'hypothèses que nous rattachons plus volontiers nos théories, et c'est dans ce sens que je donne aux tremblements de terre en question le nom d'*orogéniques* (qui appartient à la formation des montagnes), en opposition aux tremblements de terre *volcaniques*.

Mais la théorie définitive de cette classe spéciale de phénomènes sismiques n'est pas encore faite; il est donc important de recueillir du matériel d'observation ; c'est ce que les naturalistes suisses ont compris, quand ils ont résolu d'aborder cette étude. La Suisse est, sous ce rapport, un champ de recherches très favorablement choisi; notre pays est loin de tout centre volcanique en activité actuelle, et même dans les époques géologiques antérieures il n'a jamais été le théâtre de ce genre d'action; dans les terrains représentés en Suisse, il n'y a pas le plus petit morceau de roches volcaniques, le plus rapproché de notre territoire étant le cône de Hohentwiel, près de Singen, dans le grand duché de Bade. Tous nos tremblements de terre sont donc certainement de nature orogénique. En vue de mener à bien ces recherches, la Société helvétique des Sciences naturelles a nommé en 1878 une Commission, dont le président est M. le professeur A. Forster, de Berne, et le secrétaire-rapporteur M. le professeur A. Heim, de Zurich. Sans entrer aujourd'hui dans les théories générales de la Sismologie, je voudrais résumer les travaux de cette Commission, indiquer notre méthode et les premiers résultats que nous avons obtenus.

La Commission suisse a établi son programme en dirigeant son activité sur trois points principaux :

1° Réunir tous les documents sur les tremblements de terre constatés en Suisse dans les temps passés, en les groupant dans les archives de l'Observatoire tellurique de Berne.

2° Collecter tous les documents possibles sur les tremblements de terre actuels; nous allons revenir sur ce travail.

3° Organiser un système d'observations méthodiques à l'aide d'appareils distribués sur tout le territoire de la Suisse, qui donnent des valeurs et chiffres comparables entre eux, et permettent une étude vraiment scientifique du phénomène Cette partie du programme s'est trouvée être de beaucoup la plus difficile. Un phénomène tel que le tremblement de terre doit être étudié à l'aide d'appareils

enregistreurs; les sismomètres et sismographes sont très nombreux, et il n'est pas d'auteur qui se soit occupé de la question qui n'ait inventé un ou plusieurs instruments. Mais si la plupart de ces appareils répondent assez bien à certains desiderata, et réussissent à noter suffisamment quelques-uns des côtés intéressants du phénomène, cependant nous n'en avons pas encore trouvé un qui répondît à la fois aux conditions essentielles du problème, à savoir : être un appareil suffisamment bon marché pour qu'on puisse le distribuer en grand nombre dans tous les districts du pays, et être capable d'enregistrer d'une manière comparable et sûre, pour toute secousse perceptible par l'homme éveillé, les caractères essentiels de la secousse, à savoir son heure exacte, son intensité, sa direction, le nombre des oscillations. Plusieurs appareils sont actuellement en expérimentation dans les Observatoires de Berne, de Bâle et de Genève ; nous espérons pouvoir aboutir un jour à la solution de ce problème, en nous aidant des travaux excellents des physiciens qui, dans d'autres pays, surtout en Italie et au Japon, s'occupent avec ardeur des études sismologiques.

Revenons à la collection des matériaux sur les tremblements de terre actuels; c'est le point sur lequel nous avons les résultats les plus heureux et les plus encourageants. Notre Commission s'est adressée au grand public par un appel direct et par la voie des journaux, en demandant à chacun de vouloir bien observer le phénomène et nous communiquer les détails observés. Pour aider à la compréhension et à la collection des observations sismologiques, nous avons tout d'abord répandu à profusion l'étude populaire qu'a rédigée notre collègue, M. A. Heim (¹), de Zurich; puis nous avons établi un questionnaire qui précise les points principaux ayant de l'importance scientifique. Grâce à l'appui de la presse périodique, grâce surtout à la bonne volonté que notre appel a rencontré dans toutes les classes de la société, nous avons pu réunir un nombre très considérable d'observations, souvent très bien faites, quelques-unes beaucoup plus complètes et plus précises que nous n'osions l'espérer au début; il en est bien peu, même parmi les plus simples et les plus modestes, dont une comparaison et une critique intelligente ne puisse obtenir quelque chose d'utile.

L'étude de ces milliers et milliers de documents est un travail de longue haleine, et qui doit être repris à réitérées fois jusqu'à ce qu'on en ait tiré tous les résultats divers que leur comparaison peut fournir. Nous avons actuellement fait un premier dépouillement de la période qui s'étend du 1er novembre 1879 au 1er janvier 1882; quelques tremblements particulièrement intéressants ont fait l'objet de monographies dues à MM. A. Heim, Forster, Früh, Ch. Soret et Forel; l'ensemble des matériaux a été travaillé dans des rapports d'ensemble publiés par M. A. Heim dans les *Annuaires de l'Observatoire de Berne*, années 1880 et 1881 ; j'en ai donné moi-même un autre résumé dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*.

(¹) *A. Heim*. Les tremblements de terre, leur étude scientifique. Trad. F.-A. Forel. Zurich. 1880

Avant de tirer de ces rapports les résultats généraux qu'ils peuvent déjà nous offrir, je ferai quelques définitions qui nous épargneront de vaines redites, et donneront une idée de quelques-uns des grands traits du phénomène. Le tremblement de terre est rarement un phénomène simple; il y a donc lieu de faire des distinctions,

Nous appelons un *tremblement de terre*, et pour plus de rapidité *tremblement*, l'ensemble des secousses ressenties dans une aire d'ébranlement déterminée pendant un espace de temps limité. La durée du tremblement est, en général, bornée à quelques jours; quelquefois elle est plus considérable, et la série des secousses qui se relient naturellement ensemble peut embrasser plusieurs mois. (Tremblement de Viège, 1855.)

Nous appelons *secousse* un ébranlement du sol spécial et distinct dû à une impulsion unique. La secousse est simultanée dans toute l'aire d'ébranlement, ou bien elle se propage d'un point à l'autre avec une vitesse que l'on peut mesurer plus ou moins exactement. Un tremblement de terre est généralement composé de plusieurs secousses.

La secousse est formée de plusieurs mouvements partiels que nous appelons, suivant leurs caractères : *oscillations*, quand il y a prédominance du mouvement de balancement; *vibrations*, quand il y a trépidation; *choc*, quand il y a impulsion violente et subite, etc.

Nous appelons *aire d'ébranlement* ou *aire sismique*, la surface du pays dans laquelle le tremblement ou la secousse ont été sentis.

Parfois la secousse part d'un point déterminé de l'aire sismique, et se propage dans diverses directions. Nous appelons alors *centre sismique* ou *aire centrale* la partie de l'aire d'ébranlement où nous pouvons chercher le point de départ de la secousse. Le centre sismique est caractérisé, ou bien par l'intensité plus forte de la secousse, ou bien par l'origine du mouvement au point de vue du temps, ou bien par la convergence de la direction des oscillations.

Nous appelons *lignes isosismiques* des lignes idéales tracées sur la carte d'un tremblement de terre, et qui passent par des points où l'intensité de la secousse a été la même, ou bien où la secousse a été simultanée. Quand il y a un centre sismique, ces lignes isosismiques entourent l'aire centrale.

Au point de vue de l'étendue de l'aire sismique, nous divisons les tremblements en cinq classes, d'après le diamètre maximal de l'aire :

Classe	A.	Aire sismique	de moins de	5^{km}		de diamètre.	
»	B.	»	de	5^{km} à 50		»	»
»	C.	»	»	50	150	»	»
»	D.	»	»	150	500	»	»
»	E.	»	»	500 et plus		»	»

Pour essayer d'évaluer l'intensité des secousses par la simple observation des effets produits sur l'homme et ses habitations, en attendant les données plus précises de sismographes comparables entre eux, nous avons proposé, indépendam-

ment l'un de l'autre, M. Michel-Étienne de Rossi, de Rome, et moi-même, des échelles d'intensité nommant les secousses en numéros de un à dix; les deux échelles étaient très semblables, et dans la revision que nous en avons faite nous nous sommes facilement mis d'accord pour leur donner la forme suivante.

Échelle De Rossi-Forel, 1882.

I. Secousse microsismométrique. Notée par un seul sismographe, ou par des sismographes de même modèle, mais ne mettant pas en mouvement plusieurs sismographes de systèmes différents; secousse constatée par un observateur exercé.

II. Secousse enregistrée par des sismographes de systèmes différents; constatée par un petit nombre de personnes au repos.

III. Secousse constatée par plusieurs personnes au repos; assez forte pour que la durée et la direction puissent être appréciées.

IV. Secousse constatée par l'homme en activité; ébranlement des objets mobiles, portes, fenêtres; craquements des planchers.

V. Secousse constatée généralement par toute la population; ébranlement des objets mobiliers, meubles et lits; tintement de quelques sonnettes.

VI. Réveil général des dormeurs, tintement général des sonnettes, oscillation des lustres, arrêt des pendules, ébranlement apparent des arbres et arbustes; quelques personnes effrayées sortent des habitations.

VII. Renversement d'objets mobiles; chute de platras, tintement des cloches dans les églises, épouvante générale. Sans dommage aux édifices.

VIII. Chute des cheminées, lézardes aux murs des édifices.

IX. Destruction partielle ou totale de quelques édifices.

X. Grands désastres, ruines, bouleversement des couches terrestres; fentes à l'écorce de la terre, éboulement des montagnes.

Cela dit, je vais donner quelques faits tirés de nos études dans la période qui s'étend du 1er novembre 1879 au 31 décembre 1881, soit pendant une durée de vingt-six mois. Pendant ces vingt-six mois, qui se rapportent il est vrai à une période d'activité sismique particulièrement forte, nous avons noté 232 secousses distinctes, soit 107 pour une année de 12 mois, que nous avons groupées en 63 tremblements composés, soit 29 tremblements par an. Ces premiers chiffres montrent déjà que nos tremblements de terre orogéniques sont un phénomène relativement fréquent.

Ces 63 tremblements se divisent au point de vue de l'étendue de l'aire sismique en :

Classe	A.	Tremblements locaux, aire de moins de de 5km de diamètre.						28
»	B.	Petits tremblements,	»	5km à 50km		»	»	16
»	C.	Moyens »	»	50	150	»	»	10
»	D.	Grands »	»	150	500	»	»	7
»	E.	Très grands »	»	500 et plus		»	»	2

Les deux tremblements de la classe E sont ceux :

du 22 juillet 1881, avec centre sismique dans la Tarentaise, et aire d'ébranlement dans l'Est de la France, la Savoie et l'Ouest de la Suisse;

du 16 novembre 1881 avec aire sismique allant du Nord de la Suisse jusqu'en Sicile.

Au point de vue de l'intensité, ces 63 tremblements se classent comme suit, en numéros de notre échelle.

Nos III	31	Nos VII	4
» IV	18	» VIII	5
» V	5	» IX	1
» VI	2		

Les tremblements d'intensité no VIII sont ceux :

du 30 décembre 1879, Savoie et Suisse occidentale;

du 4 juillet 1880, toute la Suisse;

de septembre 1880, Fribourg;

du 27 janvier 1881, plateau Suisse, centre à Berne;

du 18 novembre 1881, nord-est de la Suisse, Saint Gall, Appenzell.

Celui d'intensité no IX est le tremblement du 22 juillet 1881, déjà cité.

Pendant ces deux années d'observations, les phénomènes sismiques n'ont point été également distribués; il y a eu plusieurs périodes de grande activité, dont les moments culminants ont été en décembre 1879, juillet 1880, mars, juin et surtout novembre 1881. La période la plus longue de calme sismique a duré trois mois, du 25 septembre au 22 décembre 1880.

Nous avons vu que la Suisse ne possède pas de volcans actuels, et qu'il y a même absence absolue dans son sol de roches volcaniques anciennes. Nos phénomènes sismiques ne sont donc pas de nature volcanique. Cependant on pourrait se demander s'ils ne seraient peut-être pas les précurseurs de quelque action volcanique qui chercherait à se faire jour dans nos montagnes, les premiers efforts de masses en ébullition qui sortiraient dans l'avenir sous forme de volcan.

A cette question répond l'étude de la distribution des phénomènes sismiques sur la carte géographique du pays. Les aires sismiques sont réparties d'une manière presque égale sur toute l'étendue de la Suisse et il n'y a nulle part l'indication d'un centre d'ébranlement d'où partiraient les secousses du sol. Si je divise la carte de la Suisse par deux droites, l'une méridienne, l'autre parallèle à l'équateur et se croisant à Sarnen, canton d'Unterwald, au centre de figure du pays, j'obtiens quatre régions où je constate la distribution suivante des tremblements de terre :

Région S.O...........	25 tremblements
» N.O...........	12 »
» N.E...........	11 »
» S.E...........	12 »

A côté d'une distribution générale assez égale dans toute la Suisse, il y a là une prédominance marquée de la fréquence des tremblements, dans la région

sud-ouest, dans la Suisse française et la Savoie, dans cet angle formé par le rapprochement des chaînes du Jura et des Alpes. Mais, là encore, la distribution et la forme des aires sismiques sont assez différentes d'un cas à l'autre pour que nous n'ayons pas à penser à l'existence possible d'un volcan qui chercherait à se faire jour dans la région du Léman.

Nous pouvons donc écarter pour nos phénomènes sismiques l'idée d'une action volcanique; c'est bien à des tremblements orogéniques (ayant la même origine que la formation des montagnes) que nous avons affaire. Quant à l'explication générale de ces phénomènes orogéniques, la voici dans ses grands traits :

Le globe terrestre, en circulant dans l'espace dont la température est très basse, perd de la chaleur, il se refroidit; en se refroidissant, il se rétrécit; en se rétrécissant, il se ride, et les rides ainsi formées sont les montagnes qui inégalisent la surface de notre sphéroïde. De même qu'une pomme, bien joufflue en automne, à mesure qu'elle se dessèche, se couvre de rides qui sillonnent sa pelure, de même notre vieille Terre, dans sa sénilité, plisse son écorce à mesure qu'elle se ratatine et se racornit en se refroidissant. Ces plissements gigantesques recourbent les couches sédimentaires, métamorphiques et cristallines en rides descendant des sommets de l'Himalaya, des Andes ou des Alpes jusqu'au plus profond des océans, et dans certains cas jusqu'au fond des vallées étroites qui séparent les chaînes, dans le Jura, par exemple; mais ils ne se font pas sans ruptures; les roches sont plus ou moins élastiques et plastiques, mais, si la courbure qu'on leur demande est trop forte, elles se fissurent. De même la nappe de glace qui couvre parfois nos lacs en hiver subit, sous l'action des variations de température, des dilatations et des contractions qui la fendent avec grand fracas par des lignes de rupture traversant parfois le lac dans toute sa longueur. Or de telles fractures ne se produisent pas sans un ébranlement de la masse, et cet ébranlement, quand il agit sur l'écorce du globe, est pour nous un tremblement de terre.

Le tremblement de terre orogénique est donc l'ébranlement causé au sol par la production d'une fracture ou d'un déplacement des couches terrestres sous l'action des pressions, poussées, distensions ou contractions que subissent ces couches dans le plissement de l'écorce de la terre, dans la formation des montagnes. Mais cette fracture et ce déplacement ne se produisent que lorsque les actions de déformation sont arrivées à un degré de puissance tel qu'elles dépassent l'action des forces de cohésion; par suite de l'accumulation des poussées ou des distensions, la masse qui se plie en vient à un état d'équilibre instable, dans lequel la plus petite cause accidentelle qui vient se surajouter, le plus petit ébranlement, doit amener la rupture.

Quelles sont les causes déterminantes qui provoquent ainsi la rupture de l'état d'équilibre, qui fixent ainsi le moment de la secousse? C'est à cette question que la statistique répondra en constatant la coïncidence plus ou moins marquée des tremblements de terre avec des phénomènes périodiques ou non périodiques, de nature astronomique, météorologique ou géologique. Le caractère purement orogénique de nos tremblements de terre suisses nous fait attribuer une valeur

particulière à cette statistique, mais cette valeur ne sera certaine que lorsque notre statistique portera sur un nombre suffisant de tremblements et de secousses, ce qui n'est pas encore le cas.

Avant d'indiquer ici les premiers résultats de cette étude statistique, nous devons encore tirer des observations suisses une notion très importante, c'est que le tremblement de terre n'est pas dans tous les cas identique, qu'il y a plusieurs types très différents dans le phénomène. Je vais justifier ce dire par l'indication de quelques-uns des faits constatés, sans avoir la prétention d'en déduire encore une classification rationnelle des tremblements de terre ou des conclusions théoriques définitives.

1° Quelquefois le tremblement de terre est simple et consiste en une seule secousse [1]; ce cas est très rare : le plus souvent le tremblement est compliqué et formé de plusieurs secousses.

2° Quelquefois les diverses secousses du même tremblement ont presque la même intensité, aucune n'est prédominante [2]; d'autres fois, le plus souvent, il y a une secousse principale, la *grande secousse* et des *secousses accessoires* [3]; parfois même il y a plusieurs grandes secousses, entourées d'une foule de secousses accessoires [4].

3° Les secousses accessoires se divisent en secousses *antécédentes* ou *préparatoires* et en secousses *consécutives*. Elles sont de faible intensité, de faible étendue; elles n'ébranlent qu'une partie peu importante de l'aire sismique de la grande secousse. Un fait intéressant à noter, c'est que ces secousses accessoires ne sont pas nécessairement localisées dans l'aire centrale, quand il y en a une, mais qu'elles peuvent être parfaitement périphériques.

4° L'aire sismique a en général une forme arrondie [5] ou ovalaire; dans ce dernier cas, le plus fréquent, son grand axe est ou perpendiculaire ou parallèle à la chaîne principale des montagnes. On désigne alors le tremblement de terre comme étant *longitudinal* ou *transversal*. D'autres fois l'aire a une forme plus compliquée et se découpe sur la carte en lobes plus ou moins étroits [6]. D'autres fois, enfin, l'aire sismique présente des points détachés qui semblent séparés de l'aire principale par une bande de pays où la secousse a été nulle. Par exemple, le tremblement du 5 novembre 1881 a eu son aire bien limitée du côté de l'Ouest par Hérisau, Saint-Gall, Appenzell : puis, à côté de cela, la secousse a été notée à Zurich, à 50^{km} de la limite apparente de l'aire d'ébranlement. Nous avons un

(1) Exemple : Tremblement du 27 octobre 1881. Nord du canton de Zurich.

(2) Exemple : Tremblement de décembre 1881. Engadine, 5 ou 6 secousses.

(3) Exemple : Tremblement du 27 janvier 1881. Berne et plateau suisse; une grande secousse et 22 secousses accessoires.

(4) Exemple : Tremblement du 30 décembre 1879. Savoie et Suisse occidentale; trois grandes secousses le 30 décembre, à 0^h27^m, à 8^h10^m, et 31 décembre à 1^h30^m; 12 secousses accessoires.

(5) Exemple : 27 octobre 1881. Nord du canton de Zurich.

( ) Exemple : 7 janvier 1880. Grisons.

exemple plus grandiose de ce type d'aire sismique à zones détachées dans le grand tremblement du 16 novembre 1881, qui a ébranlé l'Italie et la Suisse; l'aire principale occupe toute l'Italie, depuis la Sicile jusqu'au lac Majeur, l'aire détachée, toute la Suisse au Nord des Alpes; entre deux la grande chaîne des Alpes semble avoir échappé à l'ébranlement, ou du moins nous n'en avons pas obtenu d'observations positives.

5° L'intensité de la secousse n'est pas nécessairement en rapport avec l'étendue de l'aire sismique; en général, plus l'intensité de la grande secousse est forte, plus l'extension de l'ébranlement est considérable. Mais ce n'est pas toujours le cas, et je puis citer des exemples inverses très frappants. Ainsi le tremblement de la Suisse Occidentale, 9 juin 1881, appartient à la classe D par sa très grande aire sismique, qui s'étend de Berne et Bienne à Chambéry, sur une longueur de 300^{km}; son intensité, en revanche, a été faible et ne dépasse pas le n° IV, ou au plus le n° V de l'échelle. En opposition à cela, le tremblement de Fribourg, septembre 1880, a eu une faible extension, et appartient en cela à la classe B, de moins de 50^{km} de diamètre; mais son intensité a été très forte et lui attribue le n° VII ou VIII de l'échelle.

6° Quelquefois le tremblement a un centre bien évident, avec maximum de l'intensité et point de départ de l'ébranlement qui se propage centrifugalement avec une vitesse de 300^{m} à 600^{m} par seconde, jusqu'à la périphérie de l'aire sismique; des lignes isosismiques concentriques peuvent être dessinées sur la carte du tremblement de terre. D'autres fois, toute la partie du pays qui forme l'aire sismique semble s'être déplacée à la fois, en bloc; l'intensité est partout la même, sur toute la surface ébranlée, la direction du mouvement est partout dans le même sens; l'heure de la secousse est identique, et l'on ne peut constater la propagation d'une onde sismique. M. A. Heim, qui a constaté le premier ce type intéressant de tremblements de terre, cite comme exemples ceux du 4 juillet 1880 et du 3 mars 1881, qui ont ébranlé à la fois la Suisse entière.

Tels sont quelques-uns des points de vue que nous avons jusqu'à présent pu reconnaître [1] et qui montrent que le tremblement de terre n'est pas toujours identique à lui-même, qu'il y a plusieurs types de tremblements, dus peut-être à des mouvements de natures différentes et peut-être à des causes diverses. Ce sera l'une des tâches de la sismologie de séparer et de classer ces types distincts et de déterminer dans chaque cas à quel type le tremblement de terre se rapporte; cette tâche sera certainement difficile et nous sommes encore loin d'y pouvoir répondre avec sûreté.

Si, comme cela est probable, la nature et la cause des phénomènes n'est pas la même pour les différents types des tremblements de terre, la statistique que l'on

(1) Je ne parle pas ici des natures différentes de secousses, qui sont tantôt des oscillations horizontales ou verticales, des vibrations, des chocs, en plus ou moins grand nombre, etc. L'étude de ces différents types, difficiles à bien séparer, nous entraînerait trop loin.

peut tirer de l'étude générale des mouvements sismiques n'acquerra sa valeur que lorsque l'on aura nettement séparé ces types. En attendant il est cependant permis de constater provisoirement ce que nous apprend cette statistique générale; ses données ne sont pas encore bien nettes, quelques-unes sont toutefois évidentes.

Nous reconnaissons tout d'abord une périodicité estivale-hiémale montrant une plus grande fréquence des phénomènes sismiques en hiver qu'en été; elle se prouve par l'étude des tremblements de terre suisses. Je réunis en les groupant en quatre saisons de trois mois chacune :

1° Le nombre total des tremblements constatés dans nos vingt-six mois des études actuelles de la Commission sismologique suisse.

2° Le nombre des secousses observées dans la même période.

3° Le nombre des secousses de la grande statistique des tremblements de terre suisses, par O. Volger, s'étendant du neuvième siècle à l'année 1857 et portant sur 1230 secousses ou tremblements.

Saisons.	1879-1881 tremblements	1879-1881 secousses	Avant 1857 secousses
Hiver [1]	18	80	461
Printemps	10	29	315
Été	15	43	141
Automne	18	104	313

Cette statistique, qui est du reste d'accord avec les résultats généraux constatés par d'autres auteurs dans d'autres pays, montre une plus grande fréquence des tremblements de terre en hiver qu'en été.

Une autre périodicité qui est encore mieux évidente est la périodicité diurne-nocturne. Les chiffres suivants montreront un maximum de fréquence vers 3^h du matin, un minimum vers 1^h du soir. Je les tire :

1° Des 266 secousses de la Commission sismologique suisse, 1875-1881.

2° Des 430 tremblements de la statistique de Volger avant 1857.

Heures	1879-1881	Avant 1857	Heures	1879-1881	Avant 1857
0^h [2] et 1^h	52	49	12^h et 13^h	7	18
2 3	61	55	14 15	9	27
4 5	36	43	16 17	13	31
6 7	20	31	18 19	13	24
8 9	9	31	20 21	23	42
10 11	9	36	22 23	31	48

Cette double périodicité estivale et diurne qui relie l'activité sismique avec la position du Soleil est le seul fait que notre statistique suisse ait jusqu'à présent reconnu. Les relations de fréquence des tremblements de terre avec la position de la Lune ne montrent jusqu'ici aucune loi évidente.

(1) L'hiver météorologique commence au 1er décembre, le printemps au 1er mars, etc.

(2) La journée de 24 heures de nos études de physique terrestre commence à minuit.

Si je distribue dans le demi-mois lunaire les 70 tremblements de nos observations actuelles, je trouve :

Dans les 7 jours avant et après la syzygie......	37	soit 0,53
» » » quadrature...	33	» 0,47

La différence est insignifiante et semble accidentelle; nous ne pourrons en apprécier la valeur que quand notre statistique sera basée sur un plus grand nombre d'observations.

Pour la distribution dans le jour lunaire, j'ai 186 secousses dont l'heure est suffisamment certaine. Si je divise les $24^h 52^m$ du jour lunaire en huit périodes égales, j'ai la répartition suivante :

Période commençant à	$0^h\ 0^m$	17 secousses.
	3 7	18 »
	6 13	25 »
	9 19	28 »
	12 26	28 »
	15 32	28 »
	18 39	17 »
	21 45	25 »

Si je réunis ces huit périodes en deux groupes de deux fois six heures, l'un avant et après le passage de la Lune aux méridiens supérieur et inférieur, l'autre avant et après le lever et le coucher de la Lune, j'ai les chiffres suivants :

Lune au méridien...........	98 secousses,	soit 0.53
Lune à l'horizon.............	88 »	» 0,47

Il n'y a pas là non plus de loi évidente et bien marquée.

Il résulte de ces premières études sur nos tremblements orogéniques suisses, que dans leur ensemble, avant de les séparer en types différents, on peut constater :

1° Une périodicité estivale avec maximum de fréquence en hiver et minimum en été.

2° Une périodicité diurne avec maximum de fréquence peu après minuit, et minimum peu après midi.

3° Quant à une périodicité liée soit au mois lunaire, soit au jour lunaire, elle reste encore indécise et elle est en tous les cas beaucoup moins évidente.

Si nous cherchons dans les phénomènes périodiques ceux qui présentent cette double périodicité solaire avec absence de périodicité lunaire, nous ne trouvons guère que les phénomènes thermiques et hygrométriques, lesquels sont intimement unis. La chaleur atmosphérique offre le double maximum estival et diurne que nous constatons dans la fréquence des tremblements de terre. Sans que nous soyons en état de réunir ces faits par une théorie rationnelle, nous dirons donc que les maximums de fréquence des tremblements de terre orogéniques coïncident avec les minimums de chaleur dans la température de l'atmosphère et de la surface de la croûte terrestre.

Un point que nous aurons à étudier très attentivement, c'est la coïncidence des tremblements de terre avec les phénomènes météorologiques non périodiques, tels que les cyclones et anticyclones qui se traduisent à la surface de la terre par des différences considérables dans la pression atmosphérique. Jusqu'à présent nous n'avons pas encore constaté de relations évidentes, mais il est possible que nous y arrivions lorsque nous aurons mieux séparé les divers types de nos tremblements orogéniques.

Ces résultats sont encore bien peu précis et bien mal enchaînés. Mais nous ne sommes qu'au début de nos études, et, à en juger par ces premiers commencements, nous avons le droit d'espérer, si nous les poursuivons avec persévérance, la réunion de matériaux intéressants et importants sur les tremblements de terre orogéniques, matériaux qui serviront peut-être un jour à établir une théorie satisfaisante du phénomène.

Qu'il me soit permis en terminant d'exprimer le vœu que ces études, qui actuellement sont poursuivies méthodiquement en Italie, en Suisse et dans une partie de l'Allemagne, soient étendues aux autres pays de l'Europe ; plus elles seront généralisées, plus on en pourra tirer une connaissance exacte de la Physique de notre globe et des lois de sa formation.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

LES VOLCANS.



La grotte de Rosemont, au milieu des coulées du piton Bory (île de la Réunion).

LES VOLCANS,

CE QU'ILS SONT ET CE QU'ILS NOUS APPRENNENT,

PAR

M. CH. VÉLAIN,

DOCTEUR ÈS SCIENCES,
MAITRE DE CONFÉRENCES A LA SORBONNE.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Augustins, 55.

1884



Conférence faite à l'Association scientifique de France et reproduite d'après le *Bulletin de l'Association*.

LES VOLCANS.

DÉFINITION DES VOLCANS.

Mode de formation des cratères et des montagnes volcaniques.
Volcans sub-aériens. — Volcans marins.

Les volcans, comme tous les grands phénomènes naturels qui se présentent avec une imposante beauté et une puissance invincible, ont attiré de tous temps l'attention et agi puissamment sur l'imagination de l'homme. Aussi, dans l'antiquité, on les a bien vite introduits dans le cercle des traditions mythologiques; on contemplait à une distance respectueuse, avec une sorte de terreur superstitieuse, les phénomènes grandioses qui se passaient à la cime de l'Etna, le seul volcan que l'on connût alors, et dont le cratère semblait être la porte du monde souterrain, l'entrée du domaine de Pluton. N'est-ce pas là encore une conception ingénieuse, que celle de Vulcain, établissant son atelier au sein de la montagne et faisant jaillir autour de sa forge de brillantes étincelles, lorsqu'il travaillait aux foudres de Jupiter ?

En Géologie, on n'a pu, pendant bien longtemps, s'arracher aux seules impressions de l'imagination, et l'explication des volcans a suivi les variations de ces systèmes scientifiques qu'on décorait pompeusement du nom de *Théories de la Terre,* sans s'appuyer sur un ensemble de faits bien observés.

C'est de la sorte qu'on a considéré, tout d'abord, l'activité des volcans comme la conséquence d'un incendie grandiose, soit de bancs de houille, sorte de substances combustibles (lignites ou bitume) enfouies souterrainement. Cette explication ne pouvait évidemment convenir qu'à des géologues qui n'avaient jamais éprouvé les impressions puissantes d'une éruption vue de près, et qui ne connaissaient les volcans que par ouï-dire, sans les avoir observés dans leur période d'activité. D'autres sont venus, qui n'ont voulu voir dans ces appareils que des foyers chimiques isolés. Ces théories, qui ont

eu cours jusqu'au commencement de ce siècle, ont passé par des phases diverses en progressant avec la Chimie.

La plus ancienne est celle de Lémery : elle repose sur une expérience ingénieuse qui lui donnait toutes les apparences de la réalité.

Si l'on place, en effet, un mélange de soufre en fleur et de limaille de fer, humecté légèrement, à une légère profondeur dans le sol, après l'avoir recouvert d'une petite couche de terre bien tassée, on remarque bientôt que le sol se boursoufle et se couvre de crevasses qui livrent passage à d'abondantes vapeurs et à des gaz sulfurés. Parfois la chaleur développée est assez grande pour amener l'incandescence du mélange qui se gonfle, se tuméfie et, faisant saillie à l'extérieur, donne l'image, en petit, d'une éruption. C'est la première application de la méthode expérimentale à la Géologie : l'essai n'était pas heureux.

Plus récemment, en 1828, la découverte du potassium et du sodium conduisit Humphry Davy à proposer une théorie plus séduisante.

En laissant tomber, goutte à goutte, de l'eau sur du potassium, il avait remarqué que cette eau était décomposée, que son oxygène se portait sur le métal, tandis que la haute température dégagée par la réaction enflammait l'hydrogène, mis en liberté. En même temps, le métal oxydé se relevait autour du point que venaient frapper les gouttelettes et se creusait d'un petit cratère, dans lequel se manifestait bientôt une vive déflagration. Enfin le monticule, qui se formait ainsi, prenait la forme d'une montagne ignivome et offrait, en miniature, l'image d'une éruption. Bien plus, cette expérience semblait ainsi expliquer l'origine des roches volcaniques, dans la composition desquelles il entre toujours de la potasse, de la soude ou de la chaux.

L'hypothèse de Davy fut d'abord acceptée sans réserve; mais de graves objections lui furent bientôt opposées. Sans parler de la faible proportion d'hydrogène reconnue dans les émanations volcaniques, qui n'est nullement en rapport avec l'énorme quantité de ce gaz qu'exige cette théorie, on a calculé que, pour amener à l'état de fusion et pour élever dans la cheminée la moindre des coulées de l'Etna, il fallait admettre l'existence, sous la montagne, d'une masse de 7 millions de mètres cubes de ce métal alcalin. L'invraisemblance de cette hypothèse étant démontrée, le volcan en miniature de Davy est resté à l'état de curiosité scientifique, et avec lui sont tombés tous les essais tentés pour expliquer les phénomènes volcaniques à l'aide d'actions chimiques.

L'exploration réelle des volcans, et surtout l'application des procédés scientifiques à leur étude, est de date récente : c'est

à peine si l'on pourrait la faire remonter au delà des voyages de Breislak en Hongrie ou de Humboldt aux régions équinoxiales. Jusqu'alors on s'était contenté, en plus des explications hypothétiques que je viens d'exposer, de la description naturelle des volcans et de la narration des phénomènes étonnants produits. En somme, on ne les avait observés qu'avec inquiétude et de loin, en raison des difficultés et des dangers de leur approche. C'est seulement au commencement de ce siècle que des connaissances sérieuses ont été acquises, parce qu'on a appliqué à leur examen les ressources de la Physique et de la Chimie, qui étaient alors en pleine voie de progrès; les grands noms de Boussingault, d'Abich, de Bunsen, de Charles Sainte-Claire Deville sont alors attachés à ces belles études. Ce sont ces savants qui, les premiers, ont transporté les appareils du chimiste sur les sommets des principaux centres éruptifs. Plus récemment M. Fouqué, élève et successeur de Charles Sainte-Claire Deville dans la chaire du Collège de France, armé des mêmes moyens, s'est consacré à l'exploration des principaux massifs volcaniques actuels (l'Etna, le Vésuve, Santorin, les Açores), les attaquant avec une rare énergie, en pleine période d'activité, afin de surprendre leurs secrets et d'en tirer les lois qui régissent les éruptions.

Après de pareils travaux, où tant de savoir et de peines ont été dépensés, l'histoire des volcans est maintenant bien connue. Notre illustre et savant Doyen, qui préside avec tant de soin à l'organisation de ces réunions, a pensé que le moment était venu d'exposer devant vous le résultat de ces belles et savantes recherches. Il a bien voulu me confier cette mission; c'est une lourde tâche dont je sens tout le poids : je l'ai acceptée cependant sans réserve, parce que j'espère être soutenu, d'une part, par la grandeur du sujet et de l'autre par votre bienveillante attention.

§ I.

Un volcan, dans sa période d'activité, doit être considéré comme offrant tout le cortège des phénomènes qui signalent le déploiement des forces souterraines. Dans le cas ordinaire rien n'y manque, en effet, de ce qui caractérise ces sortes de manifestations. Des actions chimiques énergiques et variées, des effets mécaniques puissants s'y réunissent et semblent coopérer à l'envi pour produire un travail gigantesque qui est à la fois une œuvre de destruction et d'édification.

Au début des phénomènes, le sol tremble; des secousses, des bondissements du sol se succèdent à de courts intervalles et jettent la terreur dans le district menacé. Tout à coup une explosion formidable se produit; la montagne est ébranlée jusque dans ses fondements, et de son sommet entr'ouvert

s'échappent, avec fracas, des torrents de vapeurs et de scories incandescentes.

Ces projections se multiplient, et bientôt la fumée et les cendres forment, dans les airs, des nuages épais qui s'amoncellent au-dessus du cratère et plongent toute la région dans les ténèbres. Des traits de foudre les sillonnent, des roulements de tonnerre viennent se mêler aux mugissements du volcan dont les flancs, maintenant entr'ouverts, laissent échapper des jets brûlants de laves incandescentes, qui se précipitent en cascades sur les pentes et se déroulent, au pied de la montagne, en longs rubans de feu.

Telle est la description classique d'une éruption, tout le monde l'a reconnue pour l'avoir lue maintes fois, soit dans les ouvrages qui traitent de ces questions, soit dans les récits des voyageurs qui ont assisté à ces spectacles émouvants.

Mais il n'en est pas toujours ainsi : tous les volcans ne présentent pas, dans leur phase d'activité, ces phénomènes paroxysmaux ; ce fleuve de feu, par exemple, ces coulées de lave, si souvent décrites comme constituant le phénomène le plus constant et par conséquent le plus caractéristique de l'éruption, n'apparaissent que dans certaines conditions qui ne sont pas réalisées dans tous les volcans. Il en est qui n'ont jamais fourni de laves, d'autres point de projections. Cette montagne régulièrement conique, longtemps considérée comme la forme habituelle et typique des édifices volcaniques, manque elle-même souvent. Il est, par exemple, des volcans qui se présentent à ras du sol, sans qu'aucune dénivellation ne fasse pressentir leur approche.

Pris dans leur ensemble, les volcans doivent être considérés comme des appareils naturels mettant en communication directe, d'une façon temporaire ou permanente, les profondeurs du globe avec la surface. Ils sont caractérisés par les deux faits suivants :

1° Par la production, sous l'influence d'actions mécaniques, que nous déterminerons plus loin, d'une fracture sensiblement rectiligne, traversant l'écorce terrestre et établissant la communication en question.

2° Par l'arrivée au jour, au travers de cette fracture, des matières en fusion contenues souterrainement.

Ces matières se présentent ainsi sous les trois états, *solide*, *liquide* et *gazeux*. A l'état solide, ce sont les *projections;* à l'état liquide, les *laves;* à l'état gazeux, la vapeur d'eau et les *émanations volatiles* qui jouent un si grand rôle dans les éruptions.

Ces trois sortes de produits peuvent apparaître isolément. Le plus souvent ils s'associent et, suivant les conditions dans lesquelles ils se présentent aux orifices de sortie, suivant la

prédominance de l'un ou de l'autre, le mode éruptif varie, et les appareils volcaniques, c'est-à-dire les appareils construits sous leur action, sont très différents.

Plusieurs cas sont à considérer : les produits gazeux, par exemple, peuvent se manifester seuls. S'ils sont abondants, la fracture originelle ne suffit pas; en raison de la pression énorme exercée par ces gaz comprimés, elle s'étoile au point de concentration maximum de l'effort; il se produit alors, au centre de l'étoilement, un vaste orifice circulaire, un *cratère* pour employer l'expression consacrée, par suite de la projection des parties du sol entamé sous ce choc violent.

Cratères-lacs. — C'est là l'origine de ces cavités circulaires, maintenant occupées par des eaux douces, qui forment dans certaines régions ces lacs pittoresques connus sous le nom de *cratères-lacs*. Le célèbre lac Pavin (*fig.* 1), en Auvergne, le

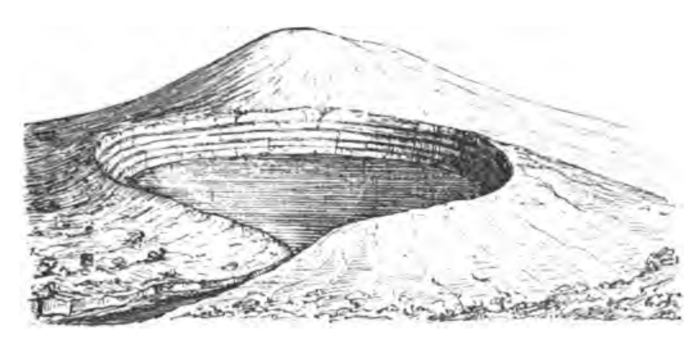


Fig. 1. — Le lac Pavin, au pied du mont Chalme, en Auvergne.

Gour de Tazenat, près de Manzat, entaillés l'un dans la lave basaltique, l'autre dans le granite, en sont de bons exemples. Ces gouffres lacustres sont surtout nombreux et célèbres dans l'Eifel (Prusse rhénane) où on leur a donné le nom, bien significatif, de *Maare* (gouffre d'eau). Ils sont là établis sur des schistes et des calcaires d'âge dévonien. Quelques-uns atteignent des dimensions considérables avec une profondeur de plus de 200^{m} : tels sont les lacs de Gillenferd (Pulvermaar) et de Laach, qui occupent chacun une surface de près de 9^{km}. A Nossi-bé, près de Madagascar, ces cratères-lacs (*fig.* 2), disposés par groupes autour des cônes volcaniques qui se dressent dans les parties centrales de l'île, se signalent par l'extrême régularité de leur forme circulaire. Les indigènes leur donnent le nom de *Tané-Lastak*, qui veut dire *montagne tombée dans un trou.* Occupés maintenant par des eaux limpides, d'un bleu d'azur, où s'agitent des milliers de poissons aux vives couleurs, ils constituent là de véritables aquariums naturels, qui peuvent compter comme une des merveilles de l'île.

L'origine volcanique de ces cavités singulières, entaillées ainsi, comme à l'emporte-pièce, dans un sol resté horizontal, a été longtemps méconnue; on les attribuait à des effondre-

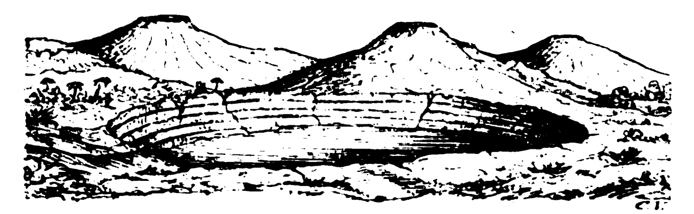


Fig. 2. — Le lac d'Ampombilava, à Nossi-bé (cratère-lac).

ments. On sait maintenant que ce sont là des *cratères d'explosion*, dont la formation, comparable à un coup de mine, doit être rapportée, comme nous venons de le dire, à l'expansion subite de masses gazeuses momentanément comprimées.

D'autres fois ces explosions, au lieu de préluder à l'activité volcanique, y ont en quelque sorte mis fin. C'est ainsi que des édifices volcaniques élevés, que des massifs montagneux entiers ont disparu, enlevés dans les airs par le fait d'une explosion et se sont trouvés remplacés par des gouffres profonds.

Les îles de la Sonde ont été souvent le théâtre de pareils faits. En 1815, à Sumatra, le Temboro (*fig.* 3), qui jusque-là se dres-



Fig. 3. — Cercle d'éruption de cendres du Temboro.

sait comme un phare, éclairant la mer sur une étendue considérable, a sauté en l'air, perdant d'un seul coup 1600^{m} de sa hauteur. Sous ces débris, dont la masse a été évaluée à 1400^{kmc}, soit trois fois le volume du mont Blanc, la ville de Temboro, située au pied du volcan, a été ensevelie et 12000 personnes ont péri. L'île de Bornéo, située à 140^{km} au nord du siège de l'éruption, fut entièrement couverte par les cendres, qui

occasionnèrent un immense désastre. L'imagination populaire fut tellement frappée par ce grand cataclysme que maintenant on compte les années à dater de « la grande chute des cendres ».

Mais fort heureusement ces grandes explosions sont rares; le plus souvent c'est le sommet seul de l'édifice volcanique qui est emporté et la montagne reste tronquée. Ce fait s'est présenté à l'île Amsterdam, dans l'océan Indien; il a mis fin à une longue période d'activité qui avait fait surgir du sein d'un océan profond, à plus de 500 lieues de toute espèce de terre, un massif volcanique élevé.

Ce cratère d'explosion, auquel je suis heureux d'avoir pu laisser le nom de mon savant et vénéré maître M. Hébert, se signale par son étendue et sa profondeur énorme ; il se présente tout d'un coup, au milieu d'un vaste plateau basaltique, à la manière d'un gouffre béant, dont on ne peut distinguer le fond.

Lacs de feu. — Les phénomènes ne se limitent pas toujours à cette seule explosion. Le plus souvent des laves, sollicitées par des actions que nous examinerons plus loin, apparaissent et viennent remplir la cavité.

Si ces laves sont très fluides et surtout si elles ne sont accompagnées que par de faibles dégagements de gaz, leur mouvement d'ascension est lent, elles atteignent dans le cratère un niveau plus ou moins élevé, où elles se maintiennent à l'état de fusion ignée. C'est de la sorte que s'établissent ces volcans en activité continue, ces *lacs de feu*, dont le Stromboli (*fig.* 4) est l'exemple le plus connu et le plus rapproché de nous.

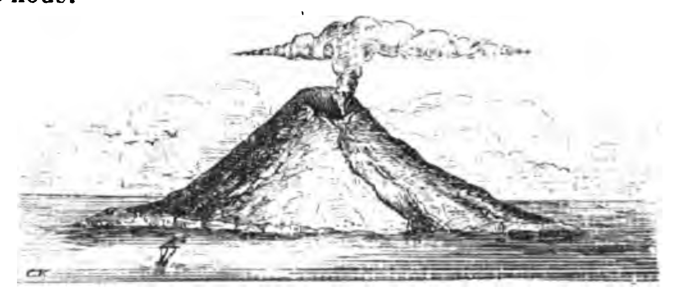


Fig. 4. — Le Stromboli. (Vue prise à bord de l'Amazone, en août 1874.)

Ce volcan remarquable, qui fait partie des îles Lipari dans la Méditerranée, possède un peu au-dessus de sa cime, qui se dresse à près de 1000^{m} de haut, un large cratère où, de mémoire d'homme, la lave n'a jamais cessé de bouillonner.

Des observateurs ont pu, dans des circonstances exceptionnellement favorables, s'approcher de cet abîme et con-

stater que cette lave, dont l'éclat, même en plein jour, approche celui de la chaleur blanche, est soumise à de lentes et périodiques oscillations qui parfois sont assez fortes pour l'amener à se déverser par-dessus les bords du cratère, en donnant lieu à de petites coulées, qui descendent jusqu'à la mer.

C'est là un mode d'activité tout à fait exceptionnel, qui exige une communication constante et bien ouverte entre le foyer intérieur et l'atmosphère.

Le Mauna-loa (*fig.* 5), dans l'île Havaï (archipel des Sand-

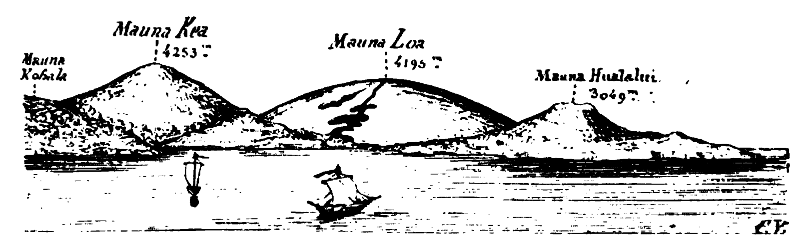


Fig. 5. — Côte ouest de l'île Havaï, vue par le travers de la baie Kawaihac.

wich), donne un exemple encore plus étonnant de ces lacs permanents de lave bouillante.

Sur les flancs de cette immense montagne, haute de 4200^m, qui se signale par sa forme en dôme aplati, résultant d'une longue et progressive accumulation de coulées de lave, issues de son cratère terminal, le Mokua-Weo-Weo, s'ouvre, à une hauteur de 1200^m au-dessus du niveau de la mer, un énorme cratère qui mesure 4900^m de grand axe et 12^{km} de tour.

On se fera une idée de la dimension de cet abîme effroyable en songeant qu'une grande ville comme New-York y tiendrait tout entière et qu'on l'apercevrait à peine, avec ses tours et ses cathédrales, dans le fond.

C'est là le plus considérable et le plus intéressant des volcans actuels. Pendant le jour, du sommet de cette immense chaudière, car c'est bien le nom qui convient à un pareil abîme, on distingue, dans le fond, une vive lueur, éclairant d'un reflet sinistre les roches noires calcinées qui l'entourent. La nuit, ce spectacle devient merveilleux : la lave incandescente illumine toute l'étendue du cratère et jette, sur le ciel, une lumière si vive qu'il paraît en feu.

Cumulo-volcans. — Mais les laves ne sont pas toujours aussi fluides : il en est de visqueuses, qui sont tenaces, plus résistantes et qui se refroidissent brusquement, aussitôt leur exposition à l'air. De pareilles laves ne se présentent plus, aux orifices de sortie, à l'état d'incandescence, comme celles du Kilauea : elles figurent un entassement de blocs éboulés,

et leur progression donne l'image d'une montagne de coke qui s'écoule. Les édifices construits de la sorte sont alors tout différents du précédent; plus d'indication de cratère, plus de cavité centrale, rien qu'une masse, en quelque sorte homogène, avec des pentes rapides, formée uniquement de blocs scoriacés, empilés en désordre les uns au-dessus des autres.

C'est de la sorte que s'est produit, en 1866, à Santorin, *le Giorgios* (*fig.* 6) (¹); M. Fouqué, qui a pu assister à cette



Fig. 6. — Le Giorgios (cumulo-volcan), vu sur son versant oriental, en septembre 1875 (d'après M. Fouqué).

éruption et en suivre toutes les phases, a donné le nom, bien significatif, de *cumulo-volcan* aux édifices, si particuliers, établis par ces laves visqueuses.

Peu d'éruptions ont été étudiées avec autant de soin; les débuts surtout ont été suivis avec la plus grande attention. Je vous demande donc de nous y arrêter un instant.

Le groupe des îles de Santorin, qui fait partie des Cyclades dans l'Archipel grec, se compose de deux îles d'inégale grandeur, *Théra* et *Thérasia,* et d'un îlot, *Aspronisi,* groupés circulairement autour d'une vaste baie. Trois îlots, les Kaménis, placés au centre de la baie, complètent cet ensemble.

Cet archipel est en majeure partie formé d'éléments volcaniques. Les îles en ceinture représentent un type de *cratère d'explosion.* Une explosion formidable, suivie d'un effondrement, puis de projections de ponces, a creusé la baie. Les éruptions qui se sont faites ensuite ont fait surgir les Kaménis.

Au commencement de février 1866, après des phénomènes précurseurs, secousses et trépidations du sol, mouvements tumultueux de la mer, on vit apparaître, au-dessus des eaux, dans le sud-ouest de Nea-Kaméni, un récif allongé, dont les dimensions croissaient à vue d'œil; il était formé de blocs de lave, noirs, incohérents, qui s'élevaient les uns au-dessus des autres, entraînant avec eux des débris de fond de mer, tels

(¹) Le roi Georges était alors le nouveau souverain de la Grèce. On assure que le roi, peu content de ce choix, aurait dit alors que son rôle de roi constitutionnel lui interdisait d'être le parrain d'un volcan.

que des coquillages brisés, des galets, des parties de navires depuis longtemps submergés.

L'accroissement de l'îlot se fit ainsi sans secousses, sans projection, silencieusement, avec une telle rapidité qu'on l'a comparé au développement d'une bulle de savon ([1]). Il s'opérait du dedans en dehors, comme par un mouvement d'expansion; les blocs semblaient partir du centre de la surface et progresser de là vers la périphérie; on avait peine à suivre du regard la marche de tous ces blocs pierreux et leurs déplacements incessants. On ne distinguait point de traces de feu, ni de flammes; de toute la surface s'élevait une épaisse vapeur blanche, qui n'était pas suffocante, même quand on la respirait de près. Les roches elles-mêmes n'étaient très chaudes que par place; aussi quelques-uns des Santoriniotes, que ce spectacle avait attirés, purent gravir à diverses reprises ce monticule mouvant. Ils constatèrent qu'il ne possédait aucun cratère; sur le sommet, se voyait un entassement confus de gros blocs grisâtres, et, en plein jour, aucun signe d'incandescence; mais la nuit ce sommet paraissait tout en feu et les vapeurs qui en émanaient étaient éclairées d'une vive lueur, par le reflet des roches portées à la chaleur rouge.

C'est encore dans cet état que M. Fouqué trouva le Giorgios quand il en fit l'ascension, au mois de mars de la même année. Le monticule avait alors 50m de haut, sur 350m de large.

C'est seulement en avril, après une période d'activité pendant laquelle l'accroissement du nouvel îlot se fit d'une façon lente et régulière, qu'un cratère s'établit au sommet, à la suite de violentes explosions et que des laves apparurent formant de grandes coulées qui se déversèrent dans le sud.

A partir de ce moment, le Giorgios entra dans une phase d'activité nouvelle et perdit son apparence rocheuse; les inégalités de sa surface disparurent sous un manteau de cendres et de scories, et l'îlot surélevé prit alors cette forme régulièrement conique, qui devient le trait caractéristique des *volcans à projections.*

C'est, en effet, quand des matériaux solides, quand des fragments de laves fluides sont projetés dans les airs par la violence des explosions, que s'établissent, autour de l'orifice de décharge, ces accumulations de débris qui donnent lieu aux *cônes volcaniques.*

Cônes de débris. — Les premières projections consistent presque entièrement en fragments de roches solides arrachés aux parois de la cheminée, qui se rompent sous la pression des gaz et volent en éclats avec les produits de l'éruption.

La dimension de ces blocs projetés est souvent considérable:

([1]) FOUQUÉ. *Santorin et ses éruptions*, p. 42.

Ceux que rejette à chaque éruption le volcan, en activité continue, qui désole toute la partie sud-est de l'île de la Réunion, peuvent atteindre de 10^{mc} à 12^{mc}. On en connaît qui, pesant plus de 200 tonnes, ont été lancés en l'air à plusieurs centaines de mètres de haut par les grands volcans de la Cordillère occidentale. En 1533, le *Cotopaxi* des Andes de Quito, qui se signale entre tous par la violence de ses projections, a recouvert la



Fig. 7. — Blocs projetés sur les hauts-plateaux de l'île Amsterdam par l'explosion qui a présidé à la formation du grand cratère du sommet.

plaine environnante, dans un rayon de 25^{km}, par d'énormes fragments de rochers dont plusieurs avaient plus de 2^{m} de diamètre, provenant de la destruction partielle de la haute montagne sur laquelle il se dresse à plus de 6000^{m}.

Ces violentes projections, qui marquent ainsi le début de l'éruption, sont de courte durée; une fois la communication établie, lorsque la lave atteint dans la cheminée un niveau suffisamment élevé, les explosions, produites par l'expansion des gaz contenus dans la masse en fusion, projettent en l'air des jets de cette matière liquide et incandescente, avec les écumes scoriacées qui la recouvrent.

La cheminée du volcan peut alors être considérée comme une mine en charge continue. Ces jets de lave incandescente

et ces produits fragmentaires, lancés verticalement, s'élèvent à une grande hauteur. Rapidement solidifiés dans leur course aérienne, par suite de leur brusque refroidissement, ils retombent, en averse, autour de l'orifice de sortie, à des distances plus ou moins grandes, suivant leurs dimensions.

Les *cendres*, par exemple, qui représentent la lave dans son plus grand état de division, enlevées par les vents, sous la forme de longues traînées obscures ou de nuages épais, peuvent être transportées à des distances considérables. Celles du Vésuve et de l'Etna ont été portées ainsi, à diverses reprises, sur la côte africaine. En 1875, celles du *Skaptar-Jöckul*, en Islande, se sont étendues sur toute la Scandinavie, après avoir franchi une distance de 1900^{km}.

Lorsque les lambeaux de lave ainsi rejetés sont animés, dans leur course aérienne, d'un mouvement gyratoire, ils prennent des formes globuleuses ou piriformes qu'ils conservent après leur chute et donnent naissance à ces *bombes volcaniques* qui portent encore, souvent, le nom symbolique de *larmes du volcan*.

Ces bombes sont, en effet, la marque caractéristique du volcan; à ce seul indice, alors que tout autre fait défaut, on peut reconnaître l'emplacement d'une éruption faite à une époque reculée. C'est ainsi qu'en Auvergne, où elles sont nombreuses dans la chaîne des Puys, ces projections témoignent de l'ancienne activité de tous ces cratères aujourd'hui éteints.

Leur volume varie, en moyenne, de celui d'une noisette à celui du poing. A Santorin, celles rejetées en 1866 par le *Giorgios*, pendant toute la durée des violentes explosions qui ont précédé l'établissement du grand cratère, d'où sont sorties les coulées d'avril et de mai, ont atteint plusieurs mètres cubes (1).

Dans ces mêmes conditions, sous l'influence des dégagements gazeux, les laves douées d'une grande fluidité s'élèvent en longs filaments déliés, soyeux et nacrés, offrant tout à fait l'aspect du verre filé, et si fins qu'ils flottent longtemps dans l'air avant leur chute. A l'île Hawaï, ces filaments, enlevés journellement, par les vents, de la surface du célèbre lac de feu du Kilauea, sont bien connus sous le nom de *Cheveux de Pélé;* Pélé étant, au dire des naturels, la déesse qui réside dans les profondeurs du volcan.

A la Réunion, il en est de même; les laves vitreuses, qui à chaque éruption viennent remplir le cratère brûlant, rejettent, par torrents, ce verre capillaire qu'on regardait autrefois comme spécial à ce volcan (2).

---

(1) Fouqué, *Santorin et ses éruptions*, p. 80.

(2) Faujas de Saint-Fond, *Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du globe*, t. II, p. 618.

En 1874, j'ai pu assister, sur le bord du cratère, à leur formation; une véritable pluie de ces légers filaments, qui avaient pris un lustre presque égal à celui de l'amiante, vint s'abattre dans la direction du sud-est, sur le rempart du Bois-Blanc, sur le Marocain et jusque sur le littoral près de Saint-Rose.

Mais, dans la plupart des éruptions, ces projections sont loin de constituer la majeure partie des masses rejetées hors de la montagne.

Dans le cas de laves visqueuses et tenaces, par exemple, les fragments projetés, violemment étirés, prennent des formes irrégulières, leur surface se couvre d'aspérités; en même temps les gaz qu'ils tiennent emprisonnés les boursouflent et leur communiquent une structure celluleuse, en donnant lieu à ces *scories*, qui rendent si pénible l'ascension des *cônes volcaniques*.

C'est, en effet, par l'accumulation de ces débris que s'établissent, autour des édifices de sortie, ces édifices coniques qui deviennent le trait ordinaire et caractéristique des volcans à projections.

Il se fait ainsi, dans la formation de ces cônes, une sorte de division du travail; les cendres, qui ne sont autres que la lave finement pulvérisée, sont transportées au loin, tandis que les gros blocs avec les scories retombent, soit au bord du cratère, soit dans le gouffre même, pour y être relancés de nouveau. Ces matériaux, par suite de leur entassement sur le bord du cratère, donnent lieu à un talus annulaire, qui

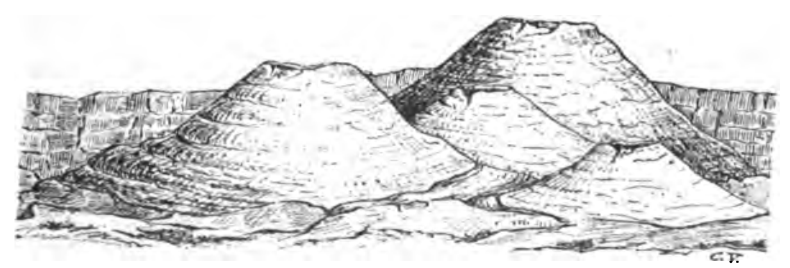


Fig. 8. — Cônes de débris, au pied du rempart du pas des Sables (île de la Réunion).

s'exhausse graduellement à mesure que l'éruption continue et finit par devenir une colline conique, tronquée au sommet par la large ouverture du cratère, indiquant l'orifice de l'éruption.

---

(1) CH. VÉLAIN, *Description géologique de l'île de la Réunion* (*Mémoires et documents relatifs à l'observation du passage de Vénus*, t. II, 2e Partie, p. 171).

Après avoir été au niveau du sol, lors de la formation du volcan, l'orifice se prolonge alors en cheminée, au centre du cône de débris, et chaque éruption nouvelle contribue à son élévation. Les flancs de ces cônes de débris prennent une inclinaison de 35° et 40°, déterminée, comme la pente de tout talus d'éboulement, par la grosseur moyenne et la cohérence des éléments.

Ces édifices, érigés ainsi par l'entassement successif de matériaux meubles, rejetés du sein de la terre, conservent leur forme régulière longtemps après que tout travail d'éruption a cessé dans la cheminée. On a pu constater, de la sorte, qu'ils présentaient, dans leur intérieur, une sorte de stratification grossière, dont les diverses couches, composées d'éléments fragmentaires enchevêtrés, sont assez variées, suivant les diverses phases des éruptions qui ont présidé à leur formation. Les cendres, les lapilli, les scories, les blocs de roches plus anciennes, au travers desquelles l'éruption s'est fait jour, dominent dans certaines couches, ou même les composent entièrement.

De pareils cônes, dont les dimensions varient depuis celui d'une grande fourmilière jusqu'à une colline de plusieurs centaines de mètres de haut, sur 3^{km} à 4^{km} de circonférence, peuvent se former avec une étonnante rapidité.

L'admirable cône de débris, qui s'éleva en 1538 sur la côte de Pouzzoles, dans l'espace de deux jours et de deux nuits et qui porte maintenant le nom de *Monte-Nuovo*, est un des meilleurs exemples qu'on puisse citer de cette formation rapide d'un édifice construit par l'accumulation des débris répétés par les explosions.

Son apparition, pour ainsi dire subite, dans la journée du 29 septembre 1538 sur un sol plat, resté horizontal, a longtemps servi de prétexte à cette théorie dite des *soulèvements* qui, pendant la première partie de ce siècle, a tenu une si grande place dans l'histoire des volcans.

Cette théorie, qui a eu pour défenseurs les savants les plus illustres, tels que Humboldt, Léopold de Buch, et après eux Élie de Beaumont, admettait que les édifices volcaniques étaient sortis tout formés de la terre, et qu'ils devaient leur architecture actuelle non plus, comme il était naturel de le penser pour tous ceux qui avaient pu assister à leur formation, à l'accumulation séculaire des produits rejetés par les explosions autour des orifices de sortie, mais bien à un redressement subit des couches terrestres, opéré sous l'action d'une poussée verticale, agissant sur un seul point. Dans ces conditions, « le sol devait se gonfler comme une vessie qui se crevait au sommet, pour se former un *cratère dit de soulèvement* ». Or on n'a point de témoignages authentiques sur lesquels on

puisse appuyer une pareille hypothèse d'un gonflement soudain du sol, en forme d'ampoule. Dans ce cas particulier du Monte-Nuovo, les témoins nombreux qui ont pu contempler ce spectacle émouvant de l'apparition soudaine d'une montagne nouvelle sont unanimes pour déclarer que la terre se fendit en donnant issue à des vapeurs, à des scories et à des laves, et que la colline s'éleva ainsi, peu à peu, d'une façon régulière par l'entassement des matériaux rejetés.

Un de ces témoins oculaires, très digne de foi, Pierre Jacob de Tolède, après avoir parlé des tremblements de terre qui eurent lieu en Campanie à cette époque, et après avoir cité de faibles changements de niveau des fissures et des sources chaudes qui en furent le résultat, raconte : « Vers 2^h de la nuit, la terre s'ouvrit près du lac et laissa voir une bouche formidable d'où s'échappaient avec fureur du feu, de la fumée, des pierres et des cendres. Un bruit semblable à celui du tonnerre le plus fort accompagnait ce déchirement du sol. Les pierres atteignaient une hauteur presque égale à une portée d'arbalète; puis elles retombaient soit sur le bord, soit dans l'intérieur même du soupirail; elles formèrent, en moins de douze heures, une montagne de mille pas de hauteur. »

Un fait qui aurait dû faire rejeter, de prime abord, tout ce qui a été dit au sujet de cette apparition d'une montagne nouvelle, c'est qu'au pied même du *Monte-Nuovo*, sur les bords du lac Averne, s'élèvent encore plusieurs hautes colonnes, restes d'un temple d'Apollon; il est certain que ces colonnes n'auraient pu conserver leur position verticale si le Monte-Nuovo avait été soulevé.

Il en est de même pour le non moins célèbre *Jorullo* du Mexique, qui prit subitement naissance, en 1759, au milieu d'une vaste plaine, *Las Playas de Jorullo*, jusqu'alors couverte des plus riches plantations.

C'est dans la nuit du 29 septembre 1759 que la terre s'est ouverte à l'endroit qu'occupe maintenant une montagne haute de 1343^m qui domine une plaine dite des *Malpays*, couverte par des milliers de petits cônes de 2^m à 3^m, les *Hornitos*, dont chacun représente l'ouverture d'une fumerolle.

Alexandre de Humboldt a eu raison de dire que cette grande catastrophe, pendant laquelle une région d'une étendue considérable a subitement changé de face, est un des événements les plus considérables que puisse présenter l'histoire volcanique de notre planète, mais il était dans une complète erreur quand il déclarait que cette plaine, s'étant brusquement gonflée *en forme de vessie*, la montagne avait surgi de terre soudainement et toute formée.

D'après les traditions des habitants du pays, et surtout d'après les observations de savants et habiles géologues, tels

que de Saussure et Schleiden, qui ont étudié le Jorullo avec soin, cet événement mémorable s'est passé dans des circonstances toutes naturelles et conformes aux phénomènes volcaniques ordinaires.

A la suite de tremblements de terre, accompagnés de mugissements épouvantables, qui, depuis quelques mois, désolaient la région, jetant la terreur parmi les habitants de la hacienda de San Pedro de Jorullo, une vive déflagration éclata dans le fond de la vallée et l'on vit s'établir, sur le trajet d'une grande crevasse, six cratères, qui vomirent des roches incandescentes à des hauteurs prodigieuses.

De grandes gerbes de cendres et de scories s'élancèrent ensuite de ces soupiraux, puis bientôt après, de puissantes coulées d'une lave visqueuse et tenace s'épanchèrent de tous ces orifices de décharge, en s'accumulant, sur leurs bords, en une masse épaisse et consistante à contours elliptiques. Ce fut ce cratère principal, qui porte maintenant le nom de Jorullo, qui fournit les dernières laves; elles étaient si peu fluides qu'elles se congelèrent en un puissant éperon, qui semble, maintenant, étayer les flancs de ce cône majestueux. C'est alors que, de la surface de cet énorme amas de roches fondues, crevassé dans tous les sens, surgirent des fumerolles aqueuses, véritables petits volcans de boue, qui édifièrent, sur les coulées, ces milliers de petits cônes, les *Hornitos*, aujourd'hui complètement éteints. Une explosion de cendres noires, lancées du Jorullo, qui vinrent couvrir les toits des maisons de la ville de Queretaro, située à plus de 40 lieues de distance, mit fin à tous ces phénomènes, qui rentrent bien dans la catégorie de ceux que nous avons décrits.

En résumé, le Jorullo, comme tous ses congénères, n'est autre qu'un cône volcanique érigé à la suite d'explosions d'une grande violence et faisant partie d'une série de cinq autres cônes de même nature, établis sur une grande fracture, traversant les *Malpays*. La terre se fendant, en effet, suivant des directions sensiblement rectilignes, lorsque les matières fluides contenues souterrainement cherchent une issue, les orifices volcaniques s'alignent sur la crevasse et les amas de projections s'y succèdent, par suite, en rangées.

La chaîne des Puys, près de Clermont en Auvergne, présente ainsi plus de soixante cônes volcaniques espacés régulièrement sur une ligne droite de 18^{km}, qui n'est autre que le trajet de la fissure souterraine sur laquelle ils se sont successivement établis.

Cônes adventifs. — Tous ces cônes parasites qui s'élèvent, par suite d'éruptions latérales, sur les flancs des montagnes volcaniques, portées à une grande hauteur, se disposent de même par files rayonnantes, qui convergent vers le sommet.

Le Vésuve (*fig.* 9), en 1794, lors de l'éruption mémorable qui a détruit Torre del Greco, a offert un bon exemple de cette for-



Fig. 9. — Vue du Vésuve, prise de Sorrente, montrant le cône moderne s'élevant du milieu de l'ancien cratère de la Somma. (D'après Poulet-Scrope.)

mation rapide de huit cônes très rapprochés, étagés sur une fissure longue de 1^{km}.

Ch. Sainte-Claire Deville, de regrettée mémoire, a depuis longtemps signalé l'importance que prennent, sur chaque volcan, ces fentes qui, une fois formées, tendent toujours à se rouvrir à chaque reprise nouvelle de l'activité volcanique, et les désignait sous le nom, qu'elles doivent conserver, de *plans éruptifs*.

Dès que la montagne ignivome a acquis ainsi une certaine altitude, ces fissures se forment sous la seule pression exercée par le poids de la colonne de lave quand elle s'élève dans la cheminée et qu'elle atteint le cratère du sommet. La cheminée, qui s'ouvre au sommet de l'Etna, atteint plus de 3000^m au-dessus du niveau de la Méditerranée; on conçoit aisément qu'une pareille masse de lave, puissamment aidée par la force expansive des gaz contenus dans la cheminée, puisse exercer un effort suffisant pour la faire éclater.

Quand de pareilles crevasses se déclarent, entr'ouvrant la montagne sur une grande étendue, de véritables jets de lave s'élancent avec une extrême violence jusqu'à ce que le niveau de la nappe liquide, contenue dans la cheminée, se soit suffisamment abaissé [1]. La lave s'écoule ensuite sur les pentes du volcan, sous l'action de la pesanteur, comme le ferait un ruisseau de métal fondu ou de tout autre liquide imparfait, remplissant les dépressions qu'elle rencontre, inondant les

[1] En 1805, on l'a vu s'élancer ainsi des flancs du Vésuve avec une vitesse de 20^m par seconde.

surfaces planes, s'accumulant contre les obstacles pour déborder par-dessus, ou bien les contournant en se divisant en plusieurs bras, en un mot se comportant comme un véritable fleuve de feu.

L'éruption une fois terminée, les laves se coagulent rapidement dans ces fissures toujours étroites, leur largeur ne dépassant guère, en moyenne, 4 à 5m; il se forme, ainsi, dans l'intérieur de la montagne un réseau de filons entrecroisés, qui enserre tous ces matériaux meubles et peu cohérents dont elle se compose, et lui communique, par suite, une solidité exceptionnelle.

Éruption de l'Etna en 1865; *crevasse du Frumento.* — La dernière grande éruption de l'Etna (janvier 1865) est un des exemples les plus remarquables qu'on puisse citer de ces coulées latérales, qui semblent former le jeu normal de l'activité de ce géant de la Sicile, que Pindare dénommait le grand « pilier du ciel ». Sur 80 éruptions, connues depuis la période historique, on en compte, en effet, plus de 60 qui se sont faites ainsi par des crevasses verticales, ouvertes sur les flancs du dôme qui sert de support au cône terminal, et dans le nombre il en est qui se sont étendues sur 20km de long, en couvrant sur des espaces de plus de 100kmq des villes et des villages, entourés de grandes plantations et de belles cultures.

Les diverses phases de cette éruption mémorable ont été suivies avec soin et étudiées de la façon la plus précise et

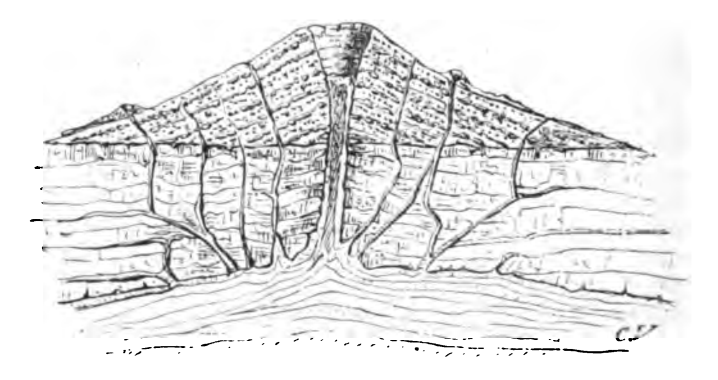


Fig. 10. — **Coupe théorique montrant le mode de formation des cônes adventifs, sur le trajet des fissures, qui entament la montagne volcanique.**

la plus complète par M. Fouqué; elle mérite donc d'être racontée en détail.

Dans la nuit du 30 au 31 janvier, une violente secousse se fit sentir sur le flanc nord-est de la montagne, avec une intensité telle que tous les habitants des villages avoisinants, saisis

de terreur, quittèrent en toute hâte leurs maisons, où ils ne devaient plus rentrer.

La paroi avait cédé sous l'effort des laves; on vit des gerbes de feu s'élancer de la base du Monte-Frumento (*fig.* 11)

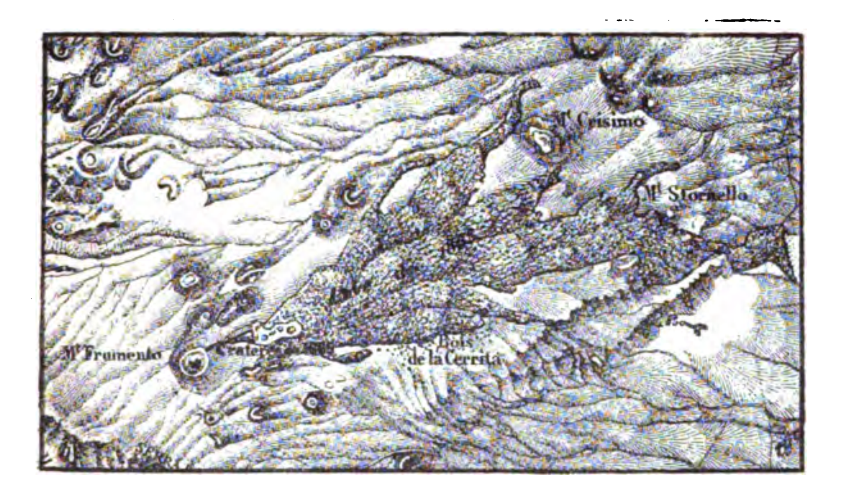


Fig. 11. — Coulée du Monte-Frumento (d'après M. Fouqué).

ancien cône de débris dressé sur le versant oriental de l'Etna, et la terre se fendit, dans la direction du cratère terminal, sur une longueur de $2^{km},5$.

Le spectacle était effrayant; la lave comprimée jaillit sur les pentes du volcan, avec une vitesse prodigieuse de 6^m à la minute, détruisant tout sur son passage et ne laissant, çà et là, que quelques rares îlots de végétation entre ses coulées.

Le 2 février, le courant principal, large de 300^m à 500^m, atteignait, à 6^{km} de son point de départ, l'escarpement situé au sud du *Monte-Stornello*, d'où il se précipitait, d'une hauteur de 50^m, charriant à sa surface des blocs solidifiés qui tombaient, avec fracas, du haut de cette cascade de feu. Bientôt la vallée tout entière était comblée, et le courant continuant sa marche avec plus de lenteur, sur une longueur d'environ 3^{km}, finissait par s'arrêter sur l'emplacement d'une ancienne coulée nommée la *Sciarra* de la *Scorcia Vacca*, à une altitude de 800^m.

Ce fut un spectacle splendide, que la vue de cette cataracte de feu, entraînant dans sa chute des blocs de lave noircis et des amas de scories, qui s'entrechoquaient avec des bruits terribles, et rebondissaient dans le fond du ravin en gerbes étincelantes. Tandis que les villageois de l'Etna se lamentaient en voyant leurs cultures envahies et les forêts détruites, des

milliers de spectateurs, venus en toute hâte de Messine et de Catane, contemplaient la splendide horreur de cet incendie.

Mais ce phénomène fut de courte durée ; peu de temps après la sortie des laves, toute l'activité volcanique, concentrée au pied de la crevasse, donnait naissance à six cônes adventifs qui s'élevèrent rapidement à 100m de hauteur. Les grands cratères, qui s'ouvraient à leur sommet en forme de boutonnières, vomissaient, sans trêve ni repos, dans toutes les directions, à de prodigieuses hauteurs, des pierres et des fragments de lave incandescents[1]. Dès lors les phénomènes de l'éruption se distribuèrent, sur cette extrémité inférieure de la fracture, avec une grande régularité.

C'est ainsi que les deux cônes les plus rapprochés du Monte-Frumento, deux mois après l'explosion initiale qui avait fendu la montagne et donné lieu à la grande coulée de février, ne lançaient plus que par intermittence quelques blocs de lave solidifiée, des scories et des cendres avec de la vapeur d'eau, tandis que les deux derniers, situés à l'extrémité inférieure de la crevasse, vomissaient encore des jets de lave incandescents, au milieu de nuages épais et de violentes explosions. En dernier lieu, toute activité avait cessé dans les cratères supérieurs, quand le septième cône, situé sur la partie la plus basse de la crevasse, exhalait son dernier souffle, en lançant, de temps à autre, quelques projections qui ne le dépassaient guère de 100m en altitude, alors qu'au début, d'après le témoignage de M. Fouqué, elles avaient atteint 1700m et même 1800m.

Tout s'est donc passé, dans cette éruption mémorable, suivant les lois fixes et bien déterminées que nous avons définies. Le volume de lave rejeté par cette fissure pendant les six premiers jours a pu être évalué à 90mc par seconde.

Cette immense nappe de matière fondue s'écoulait ainsi, à la manière d'un torrent de feu, au travers d'un bois de haute futaie, celui de *la Cerrita,* où dominaient, au milieu de chênes et de bouleaux, des pins et les châtaigniers géants qui ont acquis sur l'Etna une si grande célébrité.

M. Fouqué a pu observer là un phénomène très remarquable. La nappe de feu avait baigné ces arbres jusqu'à une hauteur de 6m à 7m au-dessus du sol. Beaucoup avaient été arrachés ou brûlés, mais il en restait un grand nombre encore debout, garnis de tout leur feuillage, au-dessus de la coulée maintenant refroidie. Les arbres, ainsi conservés, étaient tous entourés d'une gaine de lave solidifiée, qui s'était moulée sur l'écorce et l'avait ainsi protégée contre l'action vive de la

[1] Au début, M. Fouqué a pu évaluer à 1800m la hauteur qu'atteignaient ces projections.

haute température dégagée par la lave en fusion, qui les avait environnés.

Ce fait trouve son explication naturelle dans l'humidité de l'écorce, qui, subitement vaporisée, agit comme une espèce de fourreau protecteur, pendant ce court intervalle qui sépare l'immersion de l'arbre dans la lave et le refroidissement de la première enveloppe.

De pareils phénomènes sont fréquents, à la Réunion, sur les hauts plateaux qui s'étendent à la base des *Grandes Pentes*, dans le Grand-Brûlé, où se déversent, pour ainsi dire annuellement, les coulées du piton de la Fournaise. Sur l'emplacement de ces grandes et belles forêts de palmiers et de fougères arborescentes, aujourd'hui en partie détruites, qui s'étendaient autrefois du rempart du Tremble à celui du Bois-Blanc, on peut voir, çà et là, portant haut leur large bouquet de feuilles en éventail, des palmiers, encore debout, seuls témoins qui restent de cette scène de désolation, entourés ainsi jusqu'à mi-hauteur d'un étui de lave, qui s'est moulé avec une exactitude parfaite sur leur écorce et les a préservés ainsi de l'atteinte du feu.

Parfois, des explosions issues de la surface même des coulées, alors qu'elles sont recouvertes d'une première enveloppe scoriacée, projettent en l'air des fragments de la lave en fusion, qui circule sous cette *gaine de scories*. Ces fragments, retombant sur les arbres, s'accrochent aux branchages et y restent suspendus à la manière de ces glaçons formés par la gelée qui suit une neige abondante et un dégel. Les branches, ainsi enveloppées par la lave fluide, portent à peine des traces de feu. L'écorce même peut rester intacte.

Ces stalactites de lave sont fréquentes dans les grandes forêts qui, s'étendant, à Hawaï, sur les pentes du Mauna-Loa, sont souvent traversées par les grandes coulées qui descendent, avec une vitesse prodigieuse, de cet immense volcan.

Ces faits remarquables sont encore à rapprocher de ce qui se passe lorsqu'un courant de lave rencontre, dans son trajet, une surface plane d'une certaine étendue, tel qu'un mur de clôture lui barrant le passage perpendiculairement à sa direction. Dans ce cas la coulée s'arrête, comme par enchantement, à une très faible distance de l'obstacle; elle s'accumule au devant, en refluant en arrière, jusqu'à ce qu'elle ait atteint une hauteur suffisante pour le surmonter et rouler par-dessus en cascade de feu. Cette observation a pu être faite, sur le Vésuve, lors des grandes coulées qui, à diverses reprises, ont atteint les constructions et les villages établis sur les pentes. Il en a été de même, à l'Etna, quand la terrible coulée de 1669 atteignit les fortifications de Catane, après avoir détruit quatorze villes sur son passage; cette muraille ne fut pas

renversée; la lave, refluant devant elle, la surmonta ensuite en se recourbant comme une vague de feu.

Grande dimension des cônes de débris. — Les éruptions, qui se succèdent ainsi pendant le cours des siècle, sont pour résultat d'accroître graduellement les pentes du cône et de rompre leur uniformité. Les coulées s'ajoutant aux coulées, le volcan s'élargit ainsi et grandit tout à la fois par les explosions du sommet; il finit par atteindre et même dépasser la limite des neiges perpétuelles. Tel est le sublime Cotopaxi des Andes, qui se dresse à plus de 6000^m au-dessus de la Cordillère et qui doit son élévation et sa forme régulière à la durée ainsi qu'à la violence de ses éruptions.



Fig. 12. — Cône de débris au sommet de l'île Amsterdam (océan Indien).

Coulées par déversement. — La sortie de la lave ne se fait pas seulement par des fentes ouvertes sur les flancs de la montagne volcanique; parfois, dans les grands paroxysmes, elle remplit complètement le cratère terminal et se déverse par-dessus ses bords, à la manière d'un trop-plein.

Ces coulées par déversement peuvent se produire sur les grands volcans; le Mauna-Loa, dont l'altitude atteint plus de 4000^m est un des meilleurs exemples qu'on puisse citer.

Au sommet de cette immense montagne, qui supporte sur ses flancs ce lac permanent de lave bouillante, le *Kilauea,* dont nous avons déjà parlé, s'ouvre un large cratère, le *Mokua-Weo-Weo,* de forme elliptique, qui s'étend en direction N.-S. sur une longueur de près de 5^{km}, sa plus grande largeur étant

de 2700^{m} (*fig.* 12). Ses parois verticales tombent à pic sur une hauteur de 50^{m} à 60^{m}; elles montrent, dans toute leur étendue, une longue succession de coulées de laves épaisses et compactes, qui se superposent avec une extrême régularité. Cette vaste enceinte circonscrit un premier fond, percé en son centre par une vaste dépression circulaire, entaillée comme à l'emporte-pièce et dont on ne voit pas le fond. C'est là le cratère principal; sa profondeur moyenne est de 250^{m}; il est

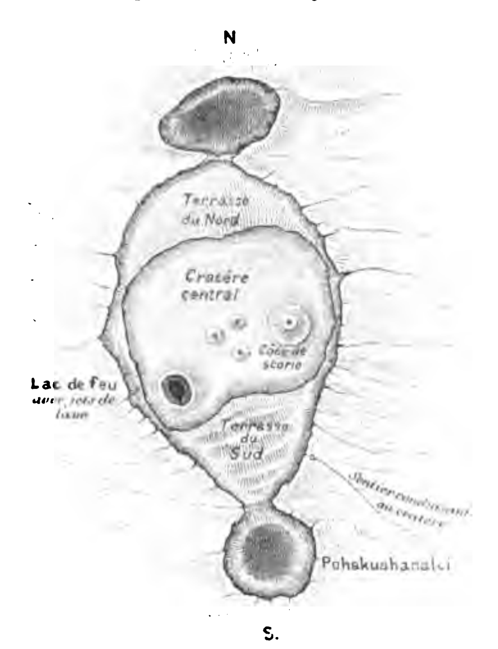


Fig. 13. — Le Mokua-Weo-Weo. — Cratère terminal du Mauna-Loa. (D'après BINGHAM.)

escorté par deux autres cratères, situés l'un au Nord, large et profond, l'autre au Sud, de moindre étendue, connu des indigènes sous le nom de *Poha-kua-hanalei.* Un petit cratère secondaire se voit encore, plus au Sud, au travers d'un large courant de laves, à proximité d'une belle rangée de cônes de scories, qui se dressent dans cette direction.

Dans les grands paroxysmes, cette vaste chaudière peut se trouver remplie, tout entière, par la lave en fusion qui, débordant sans entamer le cratère, recouvre la montagne d'une immense nappe de feu. La nuit, ces laves incandescentes jettent, sur le ciel, une lumière si vive qu'il paraît en feu; ce spectacle est un des plus grandioses et des plus imposants qu'il soit donné à l'homme de contempler (*fig.* 14).

C'est dans cet état que M. Birgham ([1]) a trouvé le *Mokua Weo-Weo*, en 1875. Des jets de lave incandescente s'élevaient alors du cratère, sans discontinuité, à des hauteurs de 25m à 30m, avec des torrents de vapeurs, qui s'échappaient de la lave avec des sifflements aigus. Deux ans après, dans la nuit du 14 février 1877, pareil phénomène s'est produit et pendant tout un jour la lave s'est déversée par le sommet, débordant sur tout le pourtour du cratère, ainsi qu'en témoignent maintenant des nappes de lave solidifiée qui, avec ces reflets miroitants

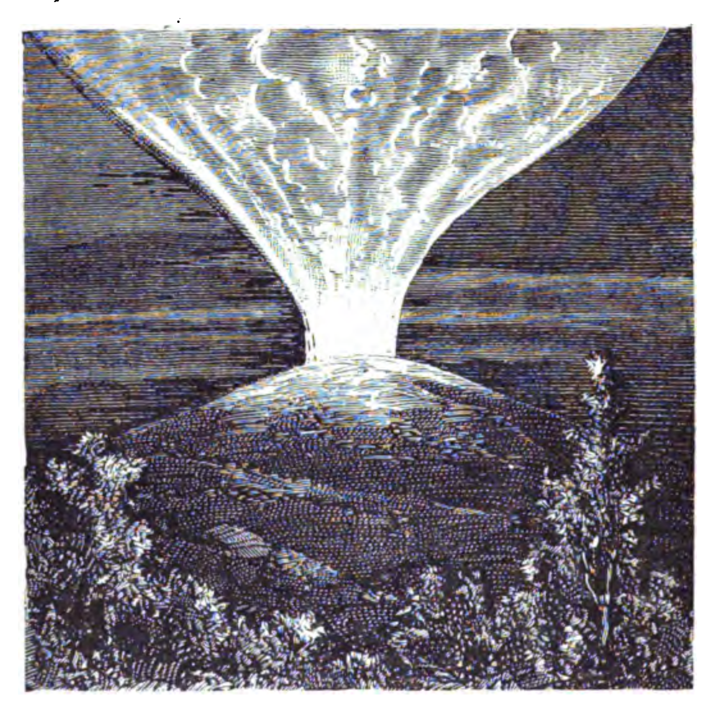


Fig. 14. — Éruption du Mauna-Loa (14 février 1877), vue de Hilo (d'après un croquis de M. Ballieu, consul de France à Honolulu).

satinés, trait saillant et caractéristique des laves vitreuses du Mauna-Loa ([2]), s'étendent en surplomb par-dessus les bords du cratère, formant un revêtement épais, qui figure d'immenses draperies retombant en longs festonnements.

C'est de la sorte que ces laves s'étirent et restent figées sur les bords de l'orifice, quand leur niveau s'abaisse, soit que

([1]) *Peterman's Geograph. Mittheilungen*, Jahrgang 1876.

([2]) Cet aspect satiné leur a valu, de la part des indigènes, le nom de *pahéhoë*, qui veut dire luisant comme du satin.

l'éruption cesse, soit qu'une fissure se déclare au sein de la montagne, sous l'énorme pression exercée par cette puissante masse de lave, élevée ainsi à plus de 4000m au-dessus du niveau de la mer. Dans ce dernier cas, qui est encore fréquent au *Mauna-Loa*, les laves, douées d'une fluidité exceptionnelle, s'élancent dans les airs, par jets paraboliques, avec une vitesse prodigieuse. On en a vu qui, en 1852, s'élevaient ainsi à plus de 100m de hauteur.

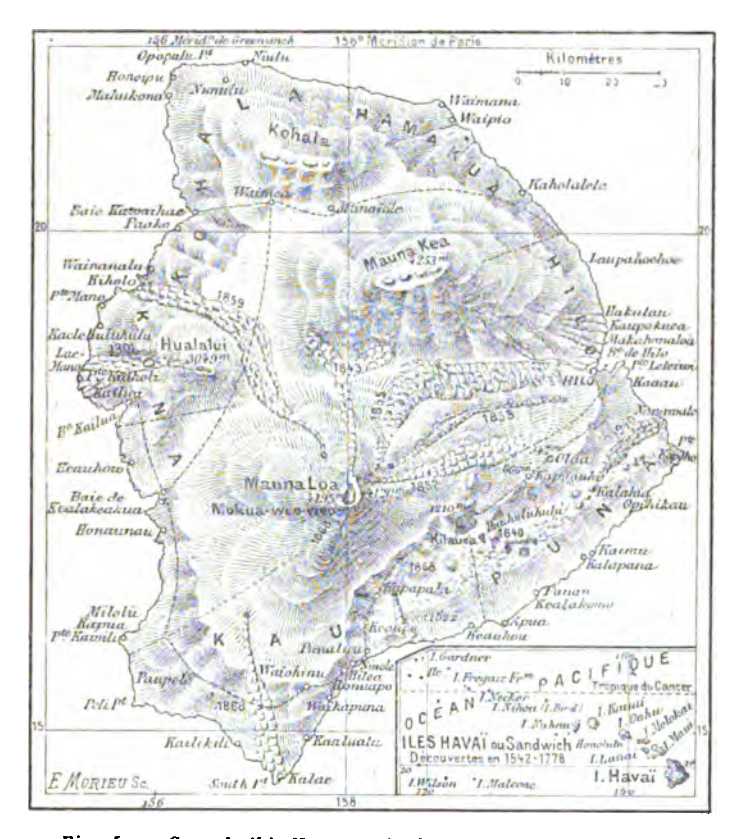


Fig. 15. — Carte de l'île Hawaï et de l'archipel des Sandwich (¹).

L'éruption de 1843, qui a précédé, a été particulièrement terrible; elle a eu pour témoins MM. Andrews et Coan, mis-

---

(¹) Les figures relatives à la description des volcans de l'île Hawaï, empruntées à *la Nature* (nos 452 à 483, Ch. Vélain, l'*Archipel hawaïen et ses volcans*), ont été gracieusement communiquées par M. Masson, à qui j'adresse ici tous mes remerciments.

sionnaires anglais qui en ont donné, dans le *Missionnary-Herald*, une relation très détaillée (1).

« Dans la matinée du 10 janvier 1843, on vit de grandes flammes s'élever près du sommet du Mauna-Loa. On découvrit bientôt qu'un nouvel orifice volcanique s'était ouvert au flanc nord-est de la montagne, à une hauteur de 1300 pieds, et que des torrents de lave s'en échappaient. L'éruption augmenta rapidement en violence; la montagne tout entière parut couverte de feu, et pendant plusieurs jours de véritables jets de lave s'élancèrent de ses flancs, se répandant ensuite sur ses pentes à la manière de torrents de feu. Ces flots de lave vinrent se réunir dans la grande plaine qui sépare le Mauna-Loa du Mauna-Kea et, là, s'étendirent sur ce vaste espace, en donnant lieu à une véritable mer de feu, qui, la nuit, jetait sur le ciel une lumière, assez vive, pour éclairer toute l'île. Ce spectacle dura plusieurs jours; la grande élévation des jets de lave, leur rapide écoulement et l'inondation subite qui en était résultée tinrent tout le monde en éveil pendant plusieurs nuits. »

Six semaines durant, les laves s'écoulèrent avec une pareille intensité; à cette date, quelques points seulement de la fracture étaient encore actifs; les coulées s'avançaient lentement, on put juger de leur étendue. Une large coulée issue du sommet s'était dirigée à l'Ouest vers le district de Kona; une autre traînée beaucoup plus étendue, sortie d'un point plus bas, s'écoulant vers le Nord, était venue buter contre le massif du Mauna-Kea; là elle s'était étalée sur une grande surface, puis s'était divisée en deux branches, l'une dirigée, au Nord-Ouest, vers la plaine de Waimea, l'autre, à l'Est, sur Hilo. L'étendue de ce fleuve de lave est ainsi de 40 milles.

Au commencement du mois de mars, M. Coan entreprit l'exploration de ce massif et fit l'ascension du cratère, au prix des plus grandes fatigues et des plus grands dangers; le récit de ce voyage périlleux, exécuté en grande partie sur la coulée même, à peine refroidie, alors que la lave fluide circulait encore au-dessous d'une faible écorce, qui parfois était mouvante et semblait céder sous le pas, est rempli d'intérêt.

Dans sa partie basse, la coulée s'était répandue au milieu des forêts. Ces jungles impénétrables avaient été saccagées; des arbres énormes, violemment arrachés et longtemps charriés sur la lave, étaient venus s'accumuler sur son front, formant un barrage inextricable. Sur les côtés épaissis, ces troncs d'arbres, empâtés par moitié, formaient de véritables chevaux de frise, tandis que d'autres, dressés au milieu de la

(1) *Missionnary-Herald*, t. XXXIX, p. 43 et 381; X, p. 44.

coulée, semblaient comme autant de pieux implantés au sein de la masse liquide par la main des géants. Dans la plaine, sous le Mauna-Loa, les laves refroidies donnaient l'image d'une mer consolidée à l'état de tempête; ce n'étaient que blocs heurtés, dressés les uns contre les autres. Au milieu de ces masses saillantes, noires et informes, violemment emboîtées, s'élevant jusqu'à 10^m au-dessus du niveau de la plaine, des traînées de scories se faisaient remarquer par leurs protubérances aiguës et anguleuses. Enfin, en d'autres points, la lave fluide présentait une surface unie et vitreuse, marquée seulement de replis concentriques et d'ondulations, ayant leur convexité tournée dans le sens de l'écoulement. Ces courants étaient alors divisés par de profondes crevasses, au fond desquelles on voyait encore le fleuve igné rouler ses ondes



Fig. 16. — Jet de lave à la surface d'une coulée du Mokua-Weo-Weo. (D'après Dana.)

avec une grande rapidité. Ces larges fissures laissaient échapper d'abondantes vapeurs, qui les signalaient de loin et permettaient de les éviter.

En cherchant à atteindre le sommet du volcan, après une ascension dont les difficultés s'accrurent à chaque pas, M. Coan et ses compagnons arrivèrent jusqu'au point d'émission de la première coulée. Ils se trouvèrent là, à une faible distance du plateau terminal, en présence de deux immenses cratères contigus et remplis presque jusqu'au bord par des laves incandescentes, en complète ébullition. Séjourner en un pareil lieu, sur un sol échauffé, à ce point qu'on ne pouvait tenir en place, et sous une pluie de projections brûlantes, était impossible. Leur exploration, déjà si aventureuse, dut s'arrêter là : ils ne purent gagner le sommet et furent obligés de revenir en toute hâte à leur dernier campement.

Les dates connues de ces grandes émissions de laves sont les suivantes : 1832, 1843, 1852, 1859, 1866, 1875.

Elles se renouvellent, par conséquent, avec une certaine régularité tous les dix ans. Dans les intervalles, le cratère terminal reste toujours en activité solfatarienne : ce n'est, en somme, que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles que les laves apparaissent dans le fond et s'y maintiennent à l'état de fusion pendant un certain temps, arrivant à se déverser par-dessus les bords de l'orifice, ainsi que l'ont observé M. Birgham en 1875 et M. Ballieu en 1877.

C'est l'émission, pour ainsi dire continue, et poursuivie pendant un long espace de temps, de laves très fluides par cet orifice central, qui a porté ainsi le Mauna-Loa à 4200m, en lui donnant cette forme en dôme aplati, qui résulte de leur accumulation successive (*fig.* 15). Sur ses pentes, à une époque fort ancienne, qu'il est impossible de préciser, le Kilauea s'est établi et son activité ne paraît pas s'en être ressentie. Ces deux appareils, complètement indépendants, ont, en effet, fonctionné isolément en contribuant, chacun de leur côté, à l'accroissement régulier du massif qui les supporte.

C'est ainsi que, pendant les violentes éruptions du Mokua-Weo-Weo, que nous avons signalées, le cratère ouvert du Kilauea demeure dans son état de tranquillité habituelle, sans paraître impressionné par l'énorme développement de forces qui se manifeste dans l'axe central du volcan, pour amener la lave en fusion jusqu'à son sommet. Une colonne de lave, se maintenant à une pareille hauteur, atteste la solidité de cette montagne, qui n'offre une telle résistance que parce que ses pentes sont très affaiblies (elles ne dépassent pas 8°); autrement, s'il existait une communication souterraine entre ces deux orifices, celui situé en contre-bas ferait office de siphon et les laves jaillissantes s'en échapperaient pour se mettre à niveau (*fig.* 5).

Ce défaut de correspondance, entre ces deux cratères, doit tenir à ce que tous deux ne sont pas, toujours, en communication directe avec la nappe souterraine qui fournit la matière aux éruptions.

On peut concevoir que, dans un pareil massif volcanique, un des conduits de décharge soit temporairement intercepté par suite de la consolidation des laves en son intérieur, en raison de conditions spéciales qui amènent leur refroidissement, tandis que le conduit voisin, situé en contre-bas, reste en communication constante avec les profondeurs et subit alors un accroissement graduel de température et de tension qui permet aux laves de se maintenir à l'état fluide.

Les éruptions du Mokua-Weo-Weo doivent provenir, suivant toute apparence, d'un foyer, situé à une grande profondeur

sous la montagne, dont la température et la force expansive ne sont pas atténuées par un dégagement lent et continu comme celui du Kilauea. Aussi ces forces s'accumulent, et quand les conditions d'éruption se réalisent, ce qui ne se fait qu'à des intervalles très éloignés, elles se font violentes et sont relativement de courte durée. Elles se produisent, ainsi, quand les masses laviques, contenues dans l'intérieur, ont acquis graduellement, par l'accroissement de chaleur et la tension des gaz, ce degré qui leur permet d'atteindre une température telle qu'elles peuvent remettre en fusion les laves consolidées qui obturent la cheminée, et d'arriver à la surface, sans cataclysmes, sans détonations, sans ces boule-

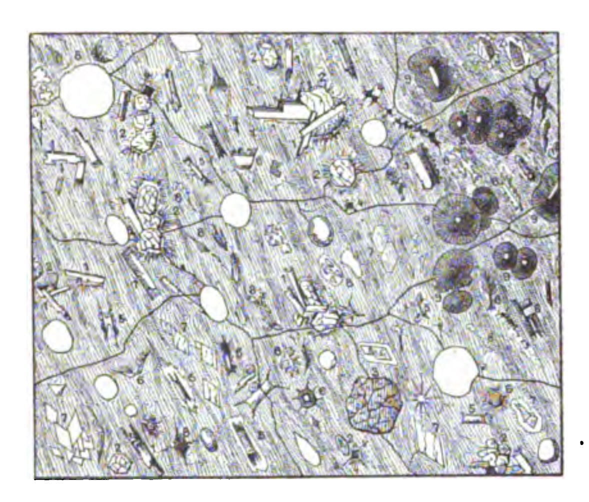


Fig. 17. — Lave du Kilauea (éruption de 1881) vue au microscope, en lumière naturelle, à un grossissement de 40 fois, montrant sa structure fluidale.

1, labrador. — 2, augite. — 3, péridot. — 4, magnétite. — 5, microlithes d'anorthite. — 6 et 7, cristallites d'augite. — 8 et 9, concrétions sphérolithiques.

versements du sol et ces explosions qui précèdent, en général, l'apparition des laves et forment le cortège habituel des éruptions dans les appareils volcaniques intermittents.

Mais les conditions de fluidité de la masse lavique, qui remplit la cheminée du Mokua-Weo-Weo, ne sont que temporaires, et ce volcan est soumis à des alternatives d'activité et de calme qui se font, ainsi que nous l'avons vu, à des époques déterminées.

Ces effets de refusion, produits par des laves portées à une haute température, sont fréquents dans le lac de feu du Kilauea. La lave, exposée à l'air, se recouvre, en partie, d'une

croûte solide; grâce à sa fluidité exceptionnelle, sous cette enveloppe qui la protège contre le rayonnement, elle se maintient à l'état liquide et bientôt le bain redevient assez chaud pour refondre sa couverture. Il en résulte des alternatives de fusion et de solidification qui constituent le jeu normal du Kilauea.

Le caractère spécial des phénomènes volcaniques qui se passent dans le cratère, qu'on ne saurait attribuer, ainsi qu'on l'a fait bien souvent, à une soupape de sûreté ou à un regard, placé au centre du grand cercle volcanique qui entoure l'océan Pacifique, tient donc à l'extrême fluidité de cette lave, fluidité qui explique également la rapidité de son écoulement, quand elle s'échappe en jets brûlants au travers des fissures ouvertes sur les pentes basses de la montagne, et son maintien à l'état liquide dans l'intérieur des coulées, pendant de longs mois, après l'extinction des feux qui les ont animées. Longtemps après que la sortie des laves en fusion a cessé, quand toute trace d'incandescence a disparu à la surface, la lave reste encore à l'état liquide au-dessous de cette écorce consolidée; elle glisse lentement, sur les pentes, avec une consistance de miel épais, entraînant avec elle sa croûte scoriacée qui se disloque et se brise, en subissant des fusions partielles, quand elle arrive en contact avec le fleuve de feu qui l'emporte.

Cratères de laves. — Ces coulées de lave, par déversement hors du cratère, sont également fréquentes au *piton de la*

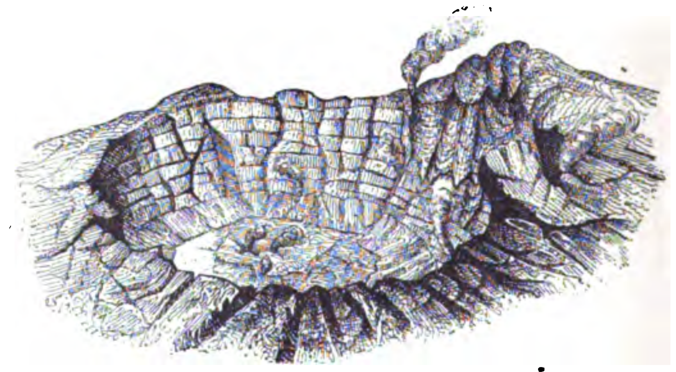


Fig. 18. — Cratère terminal du piton de la Fournaise (île de la Réunion).

Fournaise, à la Réunion, dont l'altitude relativement faible (2528^{m}) rend facile l'ascension des laves jusqu'au sommet. Elles constituent la règle habituelle des éruptions de ce volcan.

C'est ce qui ressort clairement de l'examen de son cratère

terminal (*Cratère Dolomieu*), qui doit ainsi son élévation et sa grande régularité à une longue série de coulées de lave superposées les unes aux autres.

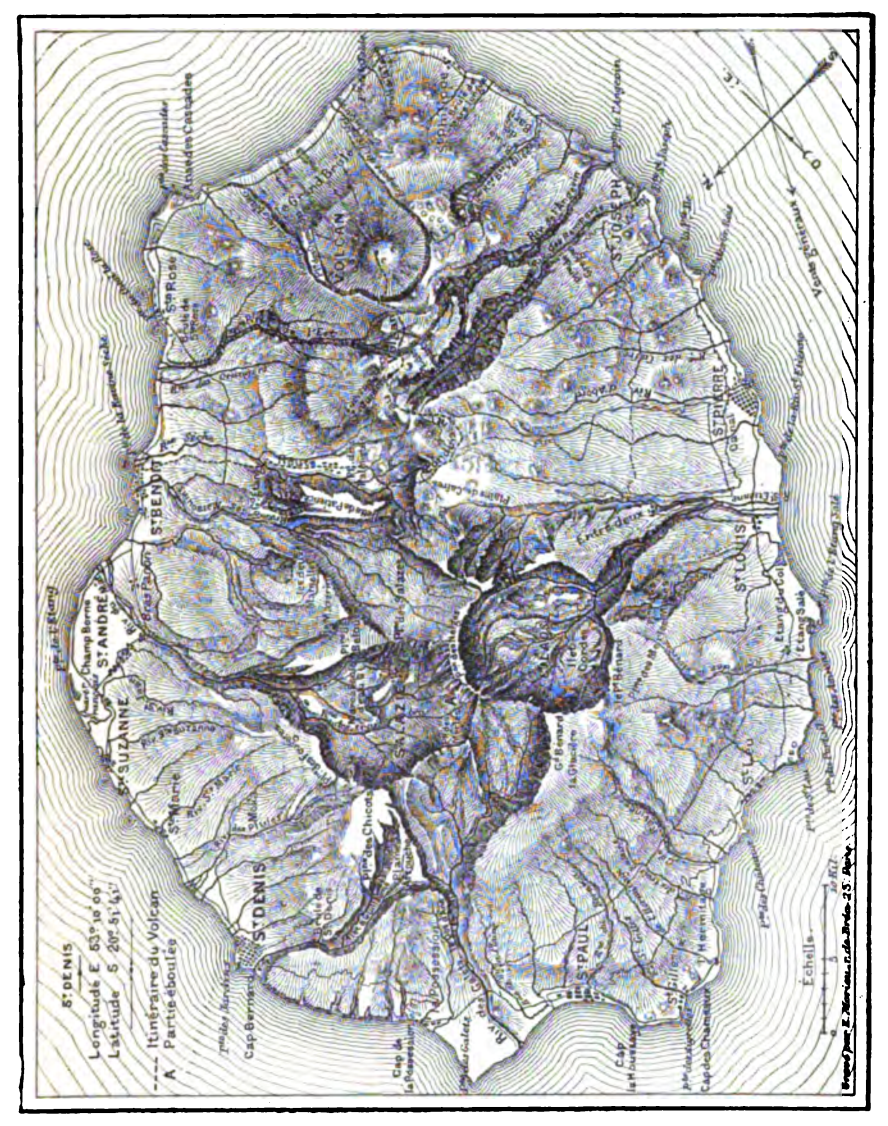


Fig. 19. — Ile de la Réunion.
(D'après la Carte dressée en 1852 par M. L. Maillard, ingénieur colonial.)

La forme générale de ce cratère est celle d'un vaste entonnoir; son diamètre, en 1874, au moment de notre ascen-

sion, atteignait 400^{m} et sa profondeur 150^{m} à 160^{m}. Ses parois intérieures, régulièrement inclinées, laissaient voir une longue succession de coulées noires à peu près horizontales, entremêlées de quelques lits de scories rouges, toujours minces et discontinus. Déjà cette absence de matériaux meubles, cendres, scories, rapilli, fournis par les projections, se faisait remarquer sur les pentes extérieures du cône, qui, faiblement inclinées (15° à 20°), se montrent recouvertes par des laves vitreuses, dont les coulées, tantôt largement étalées, peu épaisses et ruisselant sur le cône à la manière d'un vernis, tantôt divisées en une multitude de petites branches comme le chevelu d'une racine, viennent buter contre le rempart demi-circulaire qui entoure le volcan, dans le nord-ouest. L'une d'elles, toute récente (août 1874), s'échappait d'une grande fissure transversale, ouverte à l'ouest, et, prenant ce cône en écharpe, sur les deux tiers de sa hauteur, se déversait à l'ouest vers la plaine des Osmondes. En d'autres points et à diverses hauteurs, des coulées de même nature, mais de dimension plus réduite, serpentaient comme autant de courants sinueux, qui parfois s'arrêtaient à quelques mètres de leur point d'origine. La montagne, en un mot, semblait avoir de partout exsudé des laves.

On pouvait facilement se rendre compte du mode d'emission particulier de ces suintements de lave, en voyant, dans l'intérieur du cratère, les parois traversées, en tous sens, par des filons, qui parfois se projetaient en avant de la muraille en faisant une saillie de plusieurs mètres.

Ces filons, dirigés de bas en haut, représentent de grandes fentes verticales, remplies par la lave fondue, qui correspondent à chacune de ces petites coulées.

Les laves du fond, crevassées dans tous les sens, laissant échapper par bouffées, de place en place, des fumerolles, que le vent dissipait rapidement, formaient un plan horizontal, et sur le bord nord-est du cratère s'étendait en surplomb un revêtement de lave noire vitreuse, épais de plusieurs mètres, retombant dans l'intérieur du cratère en longues stalactites étirées à la base, comme celles qui demeurent suspendues aux chutes d'eau, par les fortes gelées d'hiver (*fig.* 18).

Cette lave, après s'être déversée lentement par le bord du cratère, s'était ensuite ainsi étirée, quand son niveau avait baissé.

Quelques heures, en effet ,avant notre arrivée, les flancs de la montagne, cédant sous l'énorme pression de la gigantesque colonne de matières fondues qu'elle contenait, s'étaient entr'ouverts, et la lave soutirée par cette crevasse s'était échappée, avec violence, de la base du volcan.

Un fait digne de remarque, c'est que les laves, issues ainsi

des parties profondes de la montagne volcanique, sont plus denses et plus basiques, c'est-à-dire moins riches en silice que celles qui s'élèvent jusqu'au sommet du cratère et se déversent par-dessus ses bords.

Ces laves supérieures, vitreuses et plus riches en silice, avec un poids spécifique de 2, 4, représentent en quelque sorte l'écume des coulées de la masse lavique. Dans leur émission, à la partie supérieure des cratères, les vapeurs et les émanations gazeuses doivent jouer un rôle considérable ; ce sont elles qui, portées à une tension considérable, tuméfient les matières fluides, les élèvent et les font surgir, au-dessus de l'orifice, à la manière du *champignon* qui se forme au-dessus du creuset, dans les laboratoires, quand on y dessèche certains sels. Leur extrême légèreté, leur structure boursouflée et jusqu'à l'aspect nacré des parois amincies de leurs vacuoles, semblent bien l'indiquer.

Tel était l'aspect des laves vitreuses émises par le cratère Dolomieu, en 1874, qui ne présentent, avec une teneur en silice relativement élevée (56, 20 pour 100) et par suite une faible densité (2,4), que des séparations cristallines, sous la forme de trichites et de microlithes de nature feldspathique ou augitique ; tandis que la lave des coulées latérales, qui s'étaient répandues vers le rempart du Tremblet, plus dense (2,97), en

Fig. 20. — Ile de la Réunion; Coupe théorique du massif du volcan.

même temps plus basique (silice 48,90 pour 100) contient en abondance des minéraux ferrugineux, tels que le péridot, l'augite et le fer oxydulé, enclavés dans un magma confusément cristallin, comprenant à l'état microlithique ces mêmes éléments, avec un feldspath calcique, l'*anorthite*.

Ainsi, déversement d'une lave vitreuse, relativement riche en silice par-dessus les bords du cratère, puis soutirage par des crevasses latérales, ouvertes à niveau plus bas, d'une lave tout à la fois plus basique et plus dense, tels sont les deux phénomènes consécutifs présentés par l'éruption de 1874.

Ce fait peut se généraliser et doit être considéré comme représentant le jeu normal d'un grand nombre de volcans.

De ces deux sortes de coulées, les secondes sont de beaucoup les plus importantes, sous le rapport du volume des matières épanchées; ce sont elles qui, par suite de leur accumulation successive, contribuent pour beaucoup à accroître les talus du cône central et forment ainsi graduellement l'ossature de la montagne.

Les premières, beaucoup moins étendues, en se superposant régulièrement, n'ont pour effet que d'exhausser successivement le cône terminal, qui prend alors, avec des pentes plus adoucies, une stabilité que ne possèdent pas les cônes de débris.

Volcans marins : île Saint-Paul. — L'île Saint-Paul dans l'océan Indien, longtemps considérée, avec Barren-Island de la baie de Bengale et la Caldeira de Palma aux Canaries, comme un type de ces cratères imaginaires dits *de soulèvement*, qui aurait dû par suite, pour être en accord avec cette théorie, surgir, toute formée, du sein d'un océan profond, à 500 lieues de toute espèce de terre, peut être citée comme un des meilleurs exemples de la régularité et de la stabilité que peuvent prendre les édifices volcaniques, établis par la lente et progressive accumulation d'un grand nombre de coulées issues par déversement d'un large orifice central.

L'examen des parois abruptes de cratère, qui représente actuellement un vaste cirque, de 1600^m de diamètre, en grande partie immergé et devenu, par suite, un lac d'une profondeur moyenne de 60^m, montre, en effet, que l'île tout entière est formée par des couches de lave de nature diverse, disposées en bancs épais, régulièrement superposés, faiblement inclinés vers l'extérieur (20° à 30°) et recoupés, dans le sens vertical, par de nombreux filons de même nature.

La disposition de ces dykes, qui, dans les falaises du nord, se présentent en saillie sous la forme de murs verticaux, est aussi en contradiction flagrante avec cette hypothèse. Une poussée violente, sur un espace aussi restreint que celui occupé par l'île Saint-Paul, comme le veut cette théorie, eût

nécessairement altéré la verticalité de ces dykes.

Ce volcan, dont la formation ne remonte guère au delà de la période actuelle, s'est édifié, à la suite de violentes explosions sous-marines, sur des amas de projections de nature ponceuse, qui forment maintenant, dans le nord-est, de hautes falaises dont les teintes vives et bariolées tranchent bien sur le ton sombre des laves noires, qui les traversent sous forme de dykes, et les enveloppent de toutes parts sous leurs puissantes coulées.

Ces projections, tumultueuses au début, ainsi qu'en témoigne la grande dimension des fragments de roche inclus dans ces conglomérats (*fig.* 22), sont devenues ensuite plus modérées et plus lentes : c'est alors que se sont formés les tufs ponceux qui leur succèdent immédiatement et se signalent par la régularité de leurs assises.

La force d'explosion étant affaiblie par la résistance de l'eau, ces débris projetés s'accumulaient sur place, en prenant la disposition stratiforme des roches de sédiment. Il s'est opéré là, en effet, une sorte de départ au milieu de ces produits volcaniques meubles, diversement modifiés par l'action de l'eau; les plus lourds, tels que les fragments d'obsidienne et de rhyolithe, ont gagné le fond, tandis que les fragments de ponce, longtemps tenus en suspension par suite de leur extrême légèreté, ne se sont déposés que, plus tard, en s'étalant au-dessus des conglomérats en lits minces et très continus.

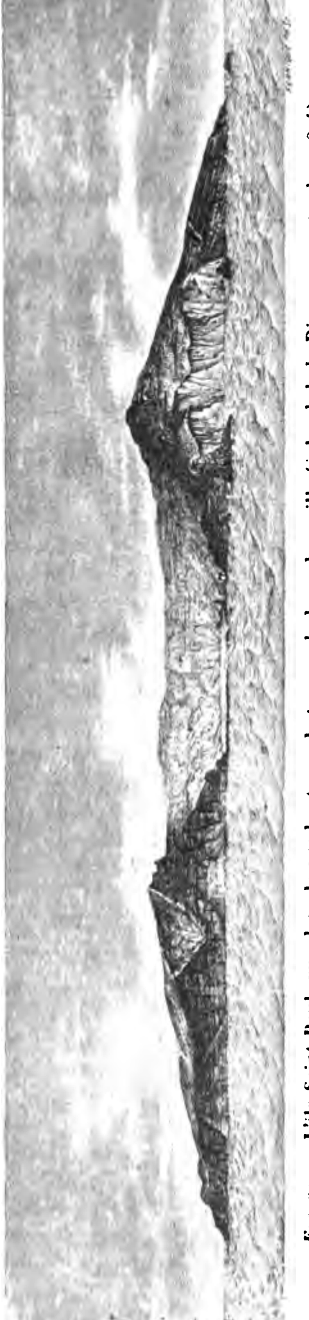


Fig. 21. — L'île Saint-Paul, vue dans le nord-est, par le travers de la roche quille (à bord de la Dives, en septembre 1874).

Ces projections, ainsi entassées, ne dépassaient, pas encore le niveau de la mer, quand sont apparues des laves, visqueuses, riches en silice, et par conséquent peu fusibles, qui s'accumulèrent sur la bouche d'émission au lieu de s'étendre horizontalement comme les laves plus basiques. De nouveaux tufs (*tufs à palagonite*) qui se voient maintenant, dans les

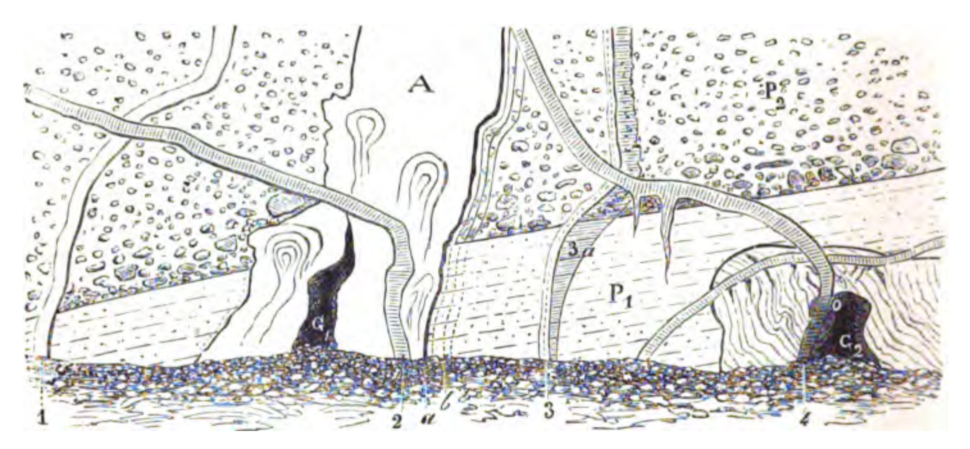


Fig. 22. — Détail de la base des falaises à l'extrémité nord-est de la baie des Manchots.

P_1, tufs ponceux; P_2, conglomérats ponceux et rhyolithiques; A, filon de dolérite; 1, 2, 3, 4, filons basaltiques; G_1, G_2, grottes naturelles.

falaises du nord, entremêlés avec les premières coulées de lave basaltique indiquent que ce cratère, d'abord incomplet et peu élevé, était encore, au début, envahi par les eaux marines. Il ne se compléta que plus tard, quand les masses en fusion devinrent assez abondantes pour remplir complètement le cratère et surtout assez fluides pour s'y maintenir à l'état permanent.

Les éruptions se firent alors tranquillement, sans secousses, sans projections violentes, les phénomènes éruptifs se limitant à de lentes oscillations qui exhaussaient le niveau de la lave et l'amenaient à se déverser par-dessus les bords du cratère. Ces coulées, recouvrant les pentes du volcan d'un manteau de feu pour ainsi dire continu, constituèrent de la sorte, par leur accumulation successive, ces superpositions régulières que nous avons signalées dans les parois du cratère, et qui ne sont pas moins nettes dans les falaises de la côte. Le cratère de l'île Saint-Paul, pendant cette période d'activité, devait être un immense lac de feu, en tous points comparable à ceux dont l'île Hawaï nous fournit encore des exemples.

Cette hypothèse explique seule la grande régularité de ses coulées et l'uniformité remarquable que chacune d'elles

présente, dans sa texture, et dans sa composition chimique, aussi bien dans les falaises intérieures que dans celles qui règnent au pourtour de l'île (*fig.* 25).

Ces éruptions de lave ont joué le rôle principal pendant

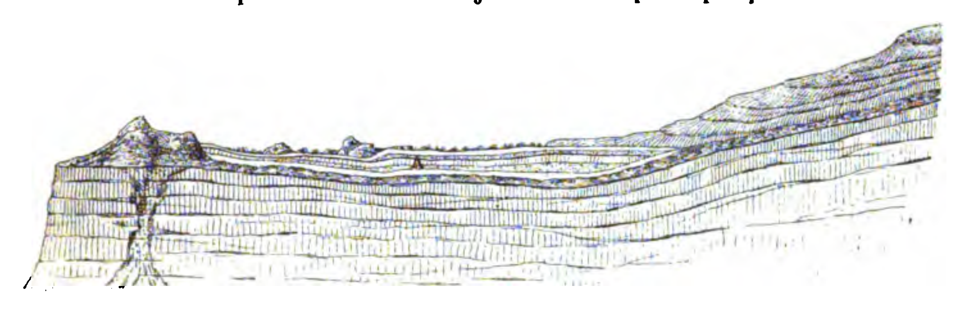


Fig. 23. — Coupe N.-O—S.-E, au travers du plateau qui aboutit à la pointe nord.

toute cette longue période, ainsi que le prouvent la rareté des produits meubles, le peu d'épaisseur des couches de scories qui séparent chacune des coulées, et qui, loin d'être produites par des projections, ne sont souvent que de simples conglomérats de friction. Elles se firent d'abord d'une façon continue, car les alternatives d'activité et de calme ne s'observent que dans les parties élevées des falaises. En même temps, quelques foyers secondaires se firent jour, vers leurs extrémités, en des points assez éloignés du cratère principal, et donnèrent lieu à de petits monticules coniques formés de matériaux scoriacés (*fig.* 23 et 24).

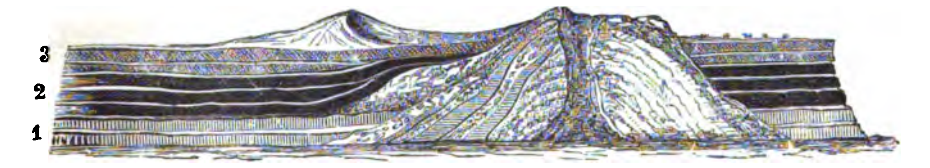


Fig. 24. — Cône adventif de débris de la pointe Schmith.
1. Laves basaltiques à anorthite. — 2, 3. Laves basaltiques à labrador.

La génération de ces cônes de scories ne semble pas avoir interrompu l'activité du foyer central, qui continua à fonctionner longtemps après leur apparition, mais en se ralentissant graduellement, de telle sorte que les périodes de repos devinrent de plus en plus marquées, jusqu'à ce que toute manifestation franchement éruptive cessât dans le cratère central.

C'est à ces émissions de roches acides, les *rhyolithes*, que l'île doit sa première apparition au-dessus des flots; elle leur

doit également d'avoir vu son existence assurée. Un simple amoncellement de produits éruptifs incohérents, comme les tufs ponceux ou les trass, n'aurait pu offrir une résistance suffisante aux mouvements d'une mer si agitée, et son existence eût été de courte durée, comme celle de tous ces îlots historiques, qui n'ont été aperçus que pendant un temps très limité.

L'émission sous-marine des dépôts tufacés et des laves



Fig. 25. — **Falaises de l'île Saint-Paul (côteouest) montrant les coulées de lave successives, directement superposées, sans intercalation de projections.**

rhyolithiques qui ont suivi est encore attestée par la structure même et le mode particulier d'altération de ces roches. Leur état vitreux, la fréquence des fissures perlitiques, qui ne sont autres que des fentes de retrait, indiquent qu'elles ont été soumises à un refroidissement brusque, au contact des eaux marines.

La formation du cratère a été tardive et correspond à une nouvelle phase d'activité pendant laquelle les produits épanchés se sont trouvés très différents des anciens. Autour de l'îlot primitif, des projections subaériennes de cendres et de scories, provoquées par une production considérable de gaz

et de vapeurs, se sont faites alors, et, retombant autour de leur orifice de sortie, suivant des lois connues, elles ont édifié un cône volcanique d'où sont sorties à leur tour des coulées de laves. C'est à cet appareil subaérien que sont alors dues les nombreuses alternances de laves et de scories qui forment les falaises intérieures du cratère, ainsi que le versant extérieur de l'île, et la bouche d'émission, qui a produit toutes ces coulées, n'est autre que la baie, occupée aujourd'hui par la mer, agrandie sans doute, par suite, d'éboulements et d'explosions successives.

Actuellement, ce cratère ébréché dans l'est, par suite d'une fracture qui a provoqué l'affaissement de toute la pointe orientale de l'île, dont la forme était autrefois quadrangulaire, ne révèle plus sa vraie nature, que par sa forme, et par quelques sources thermales, accompagnées de fumerolles, autrefois très actives, qui ne rejettent plus, avec de l'air appauvri en oxygène, que de la vapeur d'eau.

Ces sources chaudes et ces émanations gazeuses sont la marque d'un foyer volcanique à son déclin; elles se substituent à l'émission des laves et représentent le dernier souffle d'un volcan qui s'éteint.

Telle est l'histoire, maintenant bien connue, de l'île Saint-Paul; c'est, en somme, celle de tous les volcans marins. Leur mode de formation comporte ainsi une explosion violente, suivie de projections sous-marines, auxquelles succèdent l'émission des laves, qui fait place, ensuite, aux dégagements ordonnés des fumerolles, dont les dernières consistent en vapeur d'eau presque pure.

Nous avons déjà vu que le célèbre groupe volcanique de Santorin n'a pas d'autre origine. Il en a été de même pour Barren-Island et Palma.

Apparition d'îles nouvelles : île Sabrina. — Il est de ces volcans marins dont l'apparition subite au-dessus des eaux a été suivie d'une destruction pour ainsi dire immédiate.

L'archipel des Açores a été souvent le théâtre de pareils faits. Les années 1658, 1691, 1720 ont vu surgir du sein des flots des cônes temporaires de scories, dont l'existence a été de courte durée.

En 1812, dans les mêmes parages, on vit s'élever une île nouvelle qui n'était autre que le sommet d'un grand cône de débris; pendant six jours, de son sommet, jaillirent des torrents de vapeur avec projections de cendres et de scories, et bientôt elle atteignit ainsi 90^m de hauteur. Son apparition et son accroissement furent observés avec beaucoup de soin par le capitaine Tillard, de la marine anglaise, qui prit possession de l'îlot au nom de l'Angleterre en lui donnant le nom de *Sabrina*. Aujourd'hui la place de Sabrina est marquée par une

mer profonde; quelques semaines, en effet, après son apparition, l'îlot, balayé par les vagues, s'effondrait sous la mer et avec lui disparaissait la nouvelle possession anglaise.

On conçoit aisément l'instabilité d'un tel appareil, formé de matériaux meubles, au milieu d'une mer agitée; démoli pierre à pierre, sous le choc répété des vagues, il est forcément condamné à disparaître. Ces débris étalés, au fond de l'Océan, vont former des *tufs volcaniques*, dont les éléments, empruntés ainsi à l'activité interne du globe, sont ensuite soumis au travail de sédimentation des eaux.

Ile Julia. — L'éruption sous-marine qui donna naissance à l'*île Julia*, dans la Méditerranée, en 1831, a été suivie avec beaucoup de soin par Constant Prévost, à qui nous devons une relation exacte des diverses phases par lesquelles elle a passé avant de disparaître complètement.

Elle aussi vit flotter le drapeau anglais sur ses pierres encore fumantes, alors que les navigateurs se disputaient le nom qu'il fallait lui donner. C'est ainsi que successivement, pendant sa période d'accroissement, elle a porté les noms de *Julia, Fernandinea, Nerita, Graham* et *Siacca.*

Son apparition, en juin 1831, eut pour prélude quelques secousses, ressenties par un capitaine anglais, qui crut toucher un banc de sable en un point, situé au sud des plages de Selinonte, en Sicile, où les cartes marines marquaient cent brasses d'eau.

Au commencement de juillet, des explosions amenèrent, au même endroit, la projection de gerbes d'eau qui, sur un diamètre de 800^{m}, s'élevaient à 25^{m} de hauteur. Dix jours après un amas de scories, creusé d'un cratère au sommet, affleurait au-dessus de l'eau, lançant des torrents de fumée blanche et de cendres. Tout autour de l'îlot, la mer écumante était couverte de scories brunes et de poissons morts.

En août, son élévation était de 60^{m} sur 4800^{m} de tour. Puis l'éruption ayant pris fin, l'œuvre de démolition commença et, conformément à la prédiction de Constant Prévost, le talus de débris, sapé à la base par les vagues et les courants, disparut peu à peu. Le 29 du même mois, alors que le roi de Naples revendiquait sa possession, sa circonférence n'était plus que de 700^{m}. Le cratère avait complètement disparu et, vers la fin d'octobre, un monticule de scories et de cendres s'élevait seul au-dessus de l'eau, sur un emplacement où la sonde devait indiquer deux mois plus tard 220 mètres d'eau.

Ce que le feu a produit, l'eau s'acharne ainsi à le détruire, et dans cette lutte elle reste victorieuse, quand l'édifice volcanique, ainsi construit, ne résulte que de la seule accumulation des projections rejetées par l'explosion initiale et que l'éruption s'arrête avant l'arrivée des laves.

II.

LES ÉMANATIONS VOLATILES.

Fumerolles, Solfatares et Geysers, Salses et Mofettes.

Le tableau abrégé des manifestations volcaniques que nous venons de présenter montre combien ces phénomènes, malgré leur apparente complexité, sont réglés par des lois générales qui leur donnent un caractère de grande uniformité.

Chaque éruption comporte, en premier lieu, une explosion, accompagnée de projections, plus ou moins violentes, suivant l'intensité des dégagements gazeux. L'émission des laves ne se fait ensuite que tardivement, dans les conditions que nous avons définies, et longtemps après que leur sortie a cessé, et que toute trace d'incandescence a disparu de leur surface complètement refroidie, ces dégagements de gaz et de vapeurs se maintiennent jusqu'à l'épuisement complet du volcan.

Un grand nombre de volcans éteints présentent, ainsi, des restes d'activité, pendant de longues années, après l'extinction apparente des feux qui les avaient animés.

L'épanchement des laves, souvent considéré comme le fait capital de l'éruption volcanique, est donc loin d'en être le phénomène le plus constant et par suite le plus caractéristique; le dégagement des matières volatiles et principalement celui de la vapeur d'eau, dont le rôle est prépondérant dans toutes les phases diverses de l'éruption, depuis son commencement jusqu'à sa fin, est celui qui donne, à ces manifestations actuelles de l'activité interne du globe, son caractère le plus franc.

Émanations volatiles. — Ces émanations gazeuses qui s'échappent ainsi des cratères en activité, des coulées de laves incandescentes ou refroidies, et jusque des moindres crevasses du sol, aux abords des massifs volcaniques, constituant tous ces dégagements de gaz et de vapeurs connus sous les noms de *fumerolles, solfatares, salses* et *mofettes*, sont très complexes. Indépendamment d'une quantité énorme de vapeur d'eau ([1]), elles comprennent, avec les acides chlorhydrique, sulfurique, sulfureux, sulfhydrique, carbonique, de l'hydrogène et des hydrocarbures dont la présence, authentiquement constatée

---

([1]) On a pu évaluer à 22000^{mc} la quantité d'eau vomie journellement à l'état de vapeur, par les cratères adventifs de l'Etna, en 1865 : ce qui équivaut à 2000000^{mc} d'eau pour les cent neuf jours qu'a duré cette éruption.

au Vésuve et dans plusieurs autres volcans actifs, rend bien compte de ces flammes volcaniques, qui ont été si longtemps contestées, malgré les observations de Humboldt et de Boussingault sur les grands volcans des Andes, de Bory de Saint-Vincent, à la Réunion, et celles plus récentes de Verdet, au Vésuve (1856 et 1859).

A ces produits gazeux il convient d'ajouter un grand nombre de chlorures anhydres et de composés salins qui se dégagent encore à l'état volatil de la lave en fusion et présentent ce caractère important, d'être, pour la plupart, tenus en dissolution dans les eaux marines [1].

Parmi ces substances, qui ont la propriété de se condenser sur les parois des fumerolles par voie de refroidissement, à l'état cristallin, et se présentent aussi souvent en amas dans les anfractuosités des coulées de lave, les chlorures de sodium et de potassium se signalent par leur abondance. Ils s'accompagnent constamment et [2] l'on a pu faire, à diverses reprises, cette remarque intéressante que ces deux sels se présentent, dans ces nouvelles conditions, en proportions sensiblement égales à celles qu'ils possèdent dans l'eau de mer. M. Scacchi a montré l'existence du fluor dans la lave du Vésuve en 1857; Ch. Sainte-Claire Deville, celle de l'iode, dans les émanations gazeuses des volcans; enfin les phosphates s'observent dans presque toutes les laves.

Un fait plus important, signalé pour la première fois par M. Fouqué, sur l'Etna, est l'existence du carbonate de soude dans les produits des fumerolles sèches. Les crevasses de la lave de 1669, en particulier, sont à ce point remplies par ces amas de carbonate de soude, qu'elles sont devenues l'objet d'une exploitation industrielle.

La présence de ce sel, au milieu des coulées, tient aux phénomènes de dissociation qui se produisent sous l'influence d'une haute température et d'une faible pression, au moment où la lave se répand à la surface du sol. On peut alors supposer que les sels de soude, transportés dans la lave fondue à l'état de silicates, se décomposent et donnent de la soude caustique, qui se transforme bientôt en carbonate, en présence de l'acide carbonique, qui dans le même temps se dégage par les ouvertures soit du cratère, soit de la montagne, dans le cas de coulées latérales.

Enfin, aux températures encore plus élevées, il se forme encore, tantôt par volatilisation, tantôt par une sorte de distil-

---

[1] A cette seule exception près des bromures qui n'ont jamais été signalés dans les émanations.

[2] Fouqué, *Rapport sur les phénomènes de l'éruption de l'Etna en 1865*, p. 56.

lation aqueuse, des chlorures de fer, de cuivre, de manganèse, avec d'autres substances métalliques, telles que le fer oligiste spéculaire et l'oxyde de cuivre, qui, très fréquents au Vésuve, se présentent là comme un produit de la décomposition des chlorures de fer et de cuivre par la vapeur d'eau.

Cette liste, déjà longue, des produits volatils reconnus dans les volcans s'accroît chaque jour par des découvertes nouvelles. Leur rôle dans l'appareil volcanique est considérable; ils précèdent, accompagnent et suivent toutes les éruptions. Ce sont eux qui, dans les grands paroxysmes, forment au-dessus des cratères brûlants ces nuages épais, ces colonnes de fumée étalées, au sommet, en un panache horizontal si souvent décrit (1). Plus tard on les retrouve à l'état de fumées blanches, s'élançant par bouffées, avec des sifflements aigus, des crevasses, des moindres interstices de la lave, alors qu'elle est refroidie, donnant lieu alors aux *fumerolles*, qui s'échelonnent sur le trajet des crevasses et sur les pentes du volcan.

Toutes ces substances étant contenues dans la lave au moment de son émission, il est incontestable qu'il existe une liaison entre ces deux sortes de produits liquides et gazeux. Quelles sont ces relations? Quelle est surtout l'origine de ces substances qui, issues ainsi des profondeurs, viennent se condenser à la surface du sol? Quelles sont les variations qu'elles doivent présenter dans leur composition suivant les diverses phases d'activité auxquelles elles correspondent? Telles sont les questions importantes qui pouvaient encore se poser dans toute leur intégrité, à l'époque où Charles Sainte-Claire Deville gravissait les volcans.

Avant la publication de ses travaux importants, tout n'était pour ainsi dire que chaos et désordre dans les volcans. De quelques faits de détails considérés isolément, ses devanciers en avaient conclu hâtivement à la généralité, et prenant pour un état constant ce qui n'était que transitoire, ils considéraient ces appareils comme caractérisés par la production de certains mélanges gazeux, variant avec chacun d'eux et s'y produisant constamment sans changer de nature, ni même de composition avec le temps. C'est ainsi que le Vésuve devait rejeter constamment de l'acide chlorhydrique et des chlorures, tandis que le soufre et ses composés dominaient à l'Etna, l'acide carbonique dans les grands volcans à projections des Andes, etc.

Ces idées fausses avaient force de loi quand Charles Sainte-Claire Deville aborda l'étude des phénomènes volcaniques. Dès ses premiers voyages en Italie, en Sicile, il fit voir, non seulement que tous les produits volatils que nous avons

(1) Nubes oriebatur cujus formam non alia magis arbor quam pinus expresserit. Pline le Jeune, *Epistol. VI*, p. 16.

définis pouvaient se rencontrer dans un même volcan, mais que chacun d'eux ne s'y manifestait qu'à certains moments déterminés, de telle sorte que la nature d'une même émanation variait d'une façon constante avec le degré d'activité du foyer éruptif qui l'émet.

On lui doit aussi d'avoir signalé et établi le premier les relations fixes qui existent, entre la température des fumerolles et la composition des matières qui s'y trouvent volatilisées. La découverte des lois qui régissent ainsi leur répartition dans le temps et dans l'espace est de beaucoup le plus grand progrès qui, dans ce siècle, ait été réalisé dans l'histoire des volcans.

C'est le Vésuve qui a été son premier champ d'études. L'éruption de 1855 lui fournissant des conditions éminemment favorables pour l'étude des gaz et des vapeurs qui se dégagent, soit des cratères actifs, soit des laves, aux différentes périodes de leur refroidissement, il transporta ses réactifs et ses délicats instruments de récolte et d'analyse des gaz, sur les fumerolles issues des points encore incandescents, établissant ainsi, sur les flancs du volcan, alors qu'il était en pleine activité, une série méthodique d'expériences qui le conduisirent, du premier coup, à formuler la loi de la variation des émanations volatiles, avec le temps écoulé depuis l'origine de l'éruption et avec la distance au centre éruptif.

Ses observations, sur la succession des phénomènes dont il fut alors témoin, sont consignées dans des lettres à M. Dumas, à M. Élie de Beaumont ou à son frère, M. Henri Sainte-Claire Deville, insérées dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (¹). Il commença par démontrer qu'un volcan ne peut se caractériser par un produit volatil particulier, mais que tous les mélanges gazeux, signalés dans les diverses émanations, se rencontrent autour du même foyer éruptif, dans des conditions qu'il s'appliqua dès lors à déterminer. Puis, l'éruption terminée, il étendit ce premier voyage à l'Etna et aux îles éoliennes pour compléter ses recherches, et surtout pour passer des manifestations d'un volcan actif dans son plus haut degré d'énergie, comme le Vésuve et l'Etna, à celles d'une bouche qui, comme le Stromboli, projette toutes les dix minutes des masses de matières gazeuses et des blocs incandescents, aux émanations des solfatares d'intensité décroissante (Vulcano, lac d'Agnano), et pour arriver enfin aux salses et mofettes, aux dégagements d'acide carbonique et d'hydrogène carboné de la Sicile, qui occupent un des derniers rangs dans l'échelle des phénomènes éruptifs.

Dans le Mémoire, qui résume tant de recherches expéri-

(¹) *Comptes rendus*, t. XL, XLI, XLIII.

mentales et d'observations délicates, il établit l'ordre hiérarchique qui lie entre elles ces diverses manifestations de la même force et, après avoir montré la liaison intime qui existe entre les fumerolles et leur température, il classe les émanations volcaniques en six catégories, rangées d'après leur ordre d'apparition, comme par rapport à leur distance du foyer éruptif, ou ce qui revient au même, relativement au temps, à l'espace et à la température; ce sont :

1° Les *fumerolles sèches,* ou anhydres, presque uniquement formées de chlorures anhydres (chlorures de fer, de manganèse, de cuivre, etc.), parmi lesquels dominent les chlorures de sodium et de potassium; elles ne se dégagent que de la lave en fusion, à une température élevée (dépassant celle de la fusion de zinc, 500°) et ne contiennent jamais de vapeur d'eau.

2° *Fumerolles acides :* acides chlorhydrique et sulfureux, accompagnés de vapeur d'eau.

Situées, en général, sur la crête des moraines latérales des coulées, elles se font encore remarquer par leur haute température, inférieure à celle de la fusion du cuivre (300° à 400°). Elles donnent lieu à d'abondantes fumées blanches, consistant en un mélange d'acide chlorhydrique, d'acide sulfureux avec une grande proportion de vapeur d'eau. Ces fumerolles, toujours chargées de vapeur d'eau, rougissent le papier de tournesol; elles donnent un dépôt brillamment coloré de perchlorure de fer, qui au contact de l'humidité de l'air se transforme facilement en oxyde; le soufre, qui s'y dépose également, se présente sous la forme de petits amas mamelonnés ayant subi une fusion partielle. L'abondance des deux acides précités, dans les fumerolles de ce second groupe, fait qu'on les désigne généralement sous le nom de fumerolles *chlorhydro-sulfureuses.*

3° *Fumerolles alcalines :* les fumerolles d'ordre inférieur sont alcalines, et souvent dites *ammoniacales,* en raison de l'abondance du chlorhydrate d'ammoniaque qui remplace ici les chlorures précédents. Ce corps, décomposé par la volatilisation, dégage de l'ammoniaque.

La vapeur d'eau s'en dégage par quantités énormes; quand elle s'accompagne d'acide sulfhydrique, ce gaz, se décomposant au contact de l'air, donne lieu à des dépôts de soufre octaédrique. La température de ces fumerolles se tient en moyenne à 100°.

4° *Fumerolles froides :* ces fumerolles, à basse température (inférieure à 100°), ne donnent plus que la vapeur d'eau presque pure, accompagnée d'un peu d'acide carbonique et parfois d'hydrogène sulfuré, qui donne lieu alors aux *fumerolles sulfhydriques.*

5° *Mofettes :* ces émanations, qui marquent la fin de l'éruption, sont composées en majeure partie d'acide carbonique, associé à des proportions variables d'azote et d'oxygène qui représentent de l'air dépouillé d'une partie de son oxygène (les proportions habituelles sont 19,4 de ce gaz pour 80,6 d'azote). Elles se font à la température du sol où elles se dégagent, et sont, le plus souvent, accompagnées de vapeur d'eau, dont le dégagement se maintient seul, longtemps après, et représente ainsi le dernier acte de l'éruption.

Sur le trajet des coulées de lave, il est toujours facile de vérifier la relation qui existe entre la température des fumerolles et la composition des produits gazeux qu'elles rejettent. Les fumerolles sèches sont concentrées au point d'émission où se fait le maximum d'activité ; on rencontre ensuite, successivement, les diverses autres, dans l'ordre décroissant que nous avons indiqué.

La même succession s'observe dans le sens transversal des coulées; M. Fouqué a pu reconnaître, de la sorte, en 1865, à l'Etna, sur la lave de Frumento, ces fumerolles sèches localisées au centre de la coulée, celles acides plus près du bord, et tout à fait, au bord, celles alcalines. Ces trois variétés de fumerolles se trouvaient ainsi sur une même section transversale de la coulée, à moins de 50^{m} de distance l'une de l'autre avec la température et la composition chimique que leur assignait leur situation (1). Un autre fait remarquable a été reconnu là par le savant observateur et vérifié plus tard à Santorin, pendant la formation du Giorgios en 1866.

C'est que tous les produits gazeux, qui s'échelonnent ainsi sur la montagne volcanique, suivant la décroissance de l'activité, peuvent se trouver dans les fumerolles de l'ordre le plus élevé. La localisation des éléments caractéristiques des fumerolles, telle qu'elle avait été établie par M. Ch. Sainte-Claire Deville, n'est donc pas absolue.

D'après ces données nouvelles, dans les émanations volcaniques diverses, il y aurait simplement disparition graduelle des éléments dans l'ordre inverse de leur volatilité, et non remplacement de certains éléments par d'autres. En d'autres termes, tous les produits volatils des éruptions volcaniques pourraient se rencontrer dans les fumerolles d'ordre supérieur et cesseraient de se montrer, dans celles d'ordre inférieur, à mesure que le degré de chaleur deviendrait insuffisant pour les volatiliser ou pour favoriser la réaction chimique qui leur donne naissance. C'est pour cette raison que les sels alcalins, qui sont presque fixes, cessent les premiers de figurer dans

(1) Fouqué, *Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville* (*Comptes rendus*, t. LX, p. 552).

les fumerolles; le chlorure de fer, le chlorhydrate d'ammoniaque manquent ensuite. L'acide sulfureux ne se montre plus lorsque l'acide sulfhydrique, de la combustion duquel il provient, n'est plus assez chauffé pour être brûlé; l'acide chlorhydrique, lorsque le degré de chaleur est insuffisant pour amener la décomposition du chlorure de sodium en présence de la vapeur d'eau et des roches, enfin les gaz permanents et peu solubles dans l'eau restent les derniers. Tel élément, qui était relativement peu important dans les dépôts formés au début d'une éruption, devient plus tard prédominant uniquement parce que les matières volatiles ont peu à peu disparu des fumerolles, sans que cet élément lui-même se produise en plus grande abondance.

Cette hypothèse rend rationnelle la loi sur la distribution des émanations, que l'on doit à Charles Deville : elle rend bien compte de la liaison intime qui existe entre la température et la composition des fumerolles; enfin elle a l'avantage de pouvoir être expliquée à l'aide des lois connues de la Physique et de la Chimie, tandis qu'autrement on comprendrait difficilement comment un amas de lave fondue pourrait émettre des vapeurs de chlorures alcalins et conserver dans son sein de la vapeur d'eau et d'autres matières très volatiles, pour les abandonner ensuite à une température plus basse.

Phase solfatarienne du volcanisme. — Les fumerolles sulfhydriques et surtout celles à température plus basse, chargées de gaz carbonés, persistent longtemps. Un grand nombre de régions volcaniques, après l'extinction apparente des feux qui les ont animées, présentent ainsi des manifestations secondaires, caractérisées par le maintien des substances volatiles.

Tantôt ce sont des dégagements sulfureux qui, s'effectuant par toutes les fissures du sol, se décomposent lentement à l'air en déposant le soufre des *solfatares.* Ailleurs, c'est l'eau bouillante, qui jaillit en merveilleux *geysers,* ou qui s'échappe plus lentement sous la forme de sources thermales chargées de principes minéraux divers, empruntés au sol sous-jacent.

Enfin au dernier échelon des phénomènes volcaniques se trouvent ces dégagements d'acide carbonique et d'hydrocarbures, donnant lieu aux *salses* et aux *mofettes,* qui représentent le dernier acte d'une activité depuis longtemps affaiblie.

Solfatares. — Le type de ces émissions solfatariennes ne saurait être mieux choisi qu'au *Vulcano,* dans les îles Lipari. La soufrière de Vulcano (*fig.* 26) n'est autre qu'un ancien cratère qui, depuis 1786, date de sa dernière éruption, est réduit à la condition de solfatare.

Les vapeurs qui s'en échappent par torrents, avec des sifflements aigus, consistent principalement en vapeur d'eau

mélangée d'hydrogène sulfuré. Aussitôt son arrivée à l'air, ce gaz se décompose; son hydrogène va former de l'eau avec l'oxygène de l'air, tandis qu'une partie du soufre se dépose. Les produits sulfureux qui résultent de cette décomposition, en s'oxydant à leur tour, attaquent vivement les parois du cratère, formées d'une lave poreuse de nature trachytique, en donnant lieu à des incrustations de gypse et d'alun. Au travers

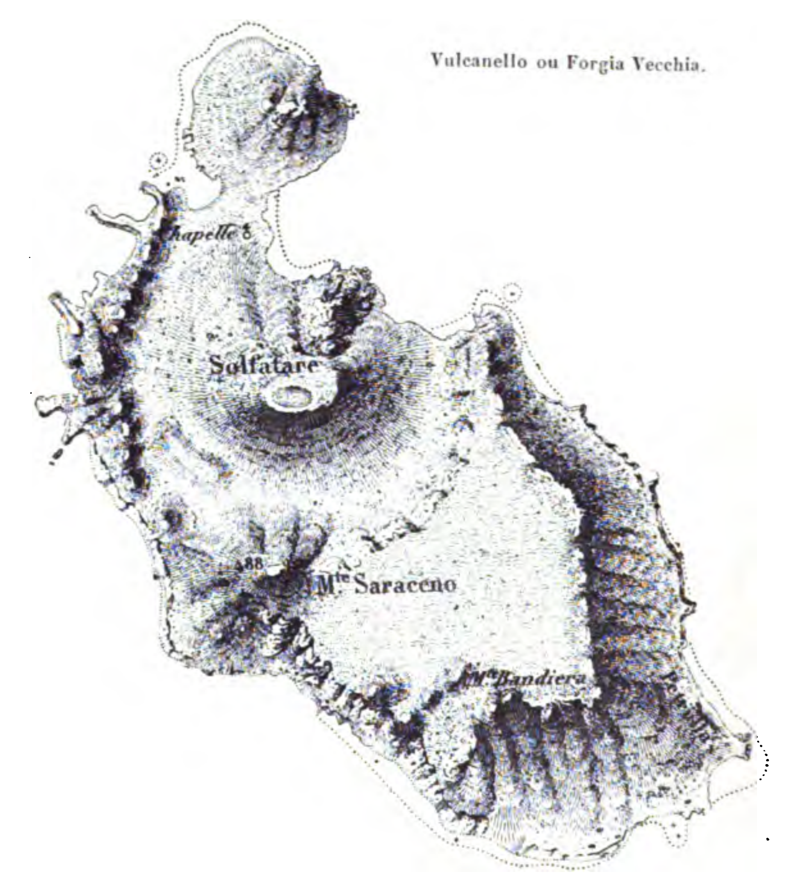


Fig. 26. — Vulcano et sa solfatare (îles Lipari).

des brouillards épais qui remplissent cette immense chaudière, on aperçoit ainsi les bords de l'orifice, vivement colorés en rouge et en jaune, rayés çà et là par de grandes traînées blanches, par toutes ces productions cristallines où dominent le soufre octaédrique, l'alun et l'acide borique en longues aiguilles fines, aussi blanches que le duvet du cygne. La chaudière, car c'est bien l'expression qui convient à ce vaste laboratoire na-

turel, où s'effectuent toutes ces opérations chimiques, n'a pas moins de 2^{km} de circonférence, avec 300^{m} de profondeur.

Parfois il se produit une certaine recrudescence d'activité dans ces fumerolles. En 1866, par exemple, alors que les flancs de l'Etna s'entr'ouvraient pour livrer passage à la coulée de Frumento, le Stromboli et surtout le Vulcano ont ressenti les effets de cette poussée volcanique. Dans l'intérieur du cratère de ce dernier volcan, M. Fouqué a pu constater que les fumerolles, portées à une température dépassant celle de la fusion du zinc, déposaient du chlorure de fer, du chlorhydrate d'ammoniaque. Des fumerolles chlorhydrosulfureuses, établies alors sur les pentes du volcan, dégageaient en même temps de l'acide carbonique dont la proportion croissait avec la diminution notable de la température des divers groupes de fumerolles.

Voici les nombres fournis par quelques-unes des analyses faites sur place par M. Fouqué :

	Fumerolle fortement acide avec dépôt de AsS^2, de Fe^2Cl^3 et de AzH^4Cl. Température supérieure à 360°.	Fumerolle fortement acide avec dépôt de AsS^2, de Fe^2Cl^3 et de AzH^4Cl. $t = 250°$.	Fumerolle fortement acide avec dépôt de AsS^2, de Fe^2Cl^3 et de AzH^4Cl. $t = 150°$.
Acides chlorhydrique et sulfureux............	73,80	66,00	27,19
Acide carbonique.......	23,40	22,00	59,62
Oxygène............ .	0,52	2,40	2,20
Azote............... .	2,28	9,60	10,99
	100,00	100,00	100,00

Les fumerolles à dépôt de soufre pur, avec acide borique, concentrées au voisinage de la mer, s'effectuant à une température de 100° ne contenaient plus, par places, que des traces d'acide chlorhydrique. Enfin dans les dégagements gazeux qui s'effectuaient, sous les eaux marines, portées sur toute la zone littorale à une température de 40° à 50°, l'acide sulfhydrique lui-même avait disparu pour faire place à l'acide carbonique, qui se dégageait seul avec de l'air désoxygéné, ainsi qu'en témoignent les analyses suivantes :

	Gaz de l'*Acqua bollente*.	Gaz recueilli sur le bord de la mer, près de l'*Acqua bollente*.	Gaz recueilli à 50^{m}.	Gaz recueilli à 200^{m}.	Gaz recueilli à 250^{m}.
Acide sulfhydrique.	17,55	traces	traces	0,0	0,0
Acide carbonique..	77,02	97,12	86,76	72,34	38,79
Oxygène..........	0,70	0,48	1,89	2,13	3,79
Azote............	4,73	2,40	11,35	25,53	57,42
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Ces observations intéressantes viennent apporter aux relations établies entre la température et la composition des

fumerolles, sur les coulées de lave, une éclatante confirmation.

Peu de temps après, la solfatare ayant repris le jeu normal de son activité, les ouvriers accoutumés à vivre dans le feu, comme les salamandres légendaires, purent de nouveau descendre dans le cratère pour recueillir le soufre et l'acide borique qui constituent là des richesses pour ainsi dire inépuisables, puisque la matière exploitée se renouvelle à mesure qu'on l'extrait.

La solfatare de Vulcano ne produit guère annuellement plus d'une dizaine de tonnes de soufre par an, mais celles célèbres de la Sicile, que l'on exploite depuis des siècles, n'en fournissent pas moins, chaque année, de 200000 tonnes au commerce [1].

Auprès de Naples, au milieu des champs Phlégréens, la solfatare bien connue de Pouzzoles n'est autre également qu'un ancien volcan dont les phases paroxysmales ont cessé depuis 1198. Son activité, plus considérable que celle de Vulcano, est aussi en relation directe avec celle du Vésuve, situé dans le voisinage, sur la même ligne de fracture.

Un grand nombre de volcans semblent ainsi destinés à traverser cette phase solfatarienne avant d'arriver à leur épuisement complet, marqué par les dégagements d'acide carbonique.

Depuis sa terrible éruption de 1773, le Pepandajang de Java est devenu une immense solfatare, en constante activité. Le murmure des salses, l'explosion des fontaines gazeuses, le sifflement des fumerolles, produisent un fracas semblable à celui d'une usine en marche, d'où le nom de Pepandajang ou « Forge », qui lui a été appliqué [2].

Il en est de même pour le *Popocatepelt,* « la Montagne fumante », qui se dresse au milieu des cimes colossales de la Cordillère mexicaine, à 5230^{m} de haut. Son cratère, qui devait être un des plus actifs du groupe, si l'on en juge par la couche immense de cendres et de scories qui recouvre ses flancs et s'étend à 20 lieues à la ronde, en comblant des précipices sur une épaisseur de 50^{m} à 60^{m} [3], porté à une telle altitude, qu'on l'aperçoit de Mexico, éloigné de 20 lieues, est maintenant couvert de neiges. Sous ce manteau de glace, où règne un hiver éternel, le soufre brûle et vient se sublimer contre les parois.

C'est dans cette immense solfatare que Fernand Cortez, après la prise de Mexico, est venu chercher le soufre pour fabriquer la poudre qui lui manquait. Aujourd'hui encore cet

---

(1) Élisée Reclus, *La Terre*, p. 672.
(2) De Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 475.
(3) Relation de M. Tacqui, d'après Boscowitz, *Les volcans*, p. 371.

abîme, profond de 1000 pieds, est l'objet d'une exploitation active. Des ouvriers cramponnés à un gros câble, solidement attaché à quelque anfractuosité de rocher au bord du goufre, détachent ainsi des parois, à une profondeur de 80^m, de longues stalactites de soufre, qui sont ensuite ramenées, avec des treuils, à la surface du cratère.

Geysers. — Ces sources intermittentes, qui se rattachent intimement aux solfatares, doivent compter comme les phénomènes les plus importants parmi ceux qui sont, ainsi, le signal d'une activité volcanique à son déclin. On peut les considérer comme des volcans d'eau. Ce sont, en effet, des gerbes d'eau bouillante, qui s'élancent par jets intermittents, au-dessus de véritables orifices cratériformes, comparables aux bouches des volcans et construits, de même, par leurs produits.

Tous les geysers présentent un cône aplati, supportant un large bassin circulaire, au centre duquel vient déboucher un canal tubulaire qui sert à l'arrivée de l'eau.

Ce cône est entièrement formé par des concrétions siliceuses faites d'une variété particulière de silice hydratée que les minéralogistes ont dénommée *geysérite*, en raison de son origine. Les eaux des geysers contiennent en dissolution une grande proportion de cette silice, qui se dépose alors rapidement sur les bords du bassin et sur tout le parcours des rigoles, ruisselant autour de lui, quand les eaux débordent et font éruption.

Dans les périodes de calme, l'eau qui remplit ce bassin est ordinairement tranquille, d'une limpidité absolue, avec des teintes d'un bleu azuré; c'est à peine si quelques bulles, sortant de la bouche du geyser, qu'on aperçoit distinctement dans le fond, viennent, de temps en temps, troubler cette belle transparence, qu'aucun nuage ne ternit.

Rien ne signale, par conséquent, l'activité qui règne au-dessous, et qui de temps à autre se traduit par de violentes éruptions, ayant pour effet de projeter en l'air toute l'eau contenue dans ce bassin, sous forme d'une gerbe jaillissante, s'élevant parfois à de grandes hauteurs.

Variations dans l'activité geysérienne. — Ces éruptions sont le trait caractéristique du geyser; elles sont en général annoncées par des bruits souterrains, accompagnés d'ébranlement du sol. L'eau s'agite alors dans le bassin et tourbillonne en tous sens; d'énormes bulles de vapeur viennent éclater à sa surface; et tout à coup, une puissante colonne d'eau s'élance verticalement à une grande hauteur et s'y maintient pendant quelques minutes, entourée d'un nuage de vapeurs; à peine retombée dans le bassin, un autre jet reparaît, s'élève à une hauteur plus grande, et parfois de véritables fusées d'eau s'élancent, en gerbes, dans toutes les directions; puis le calme renaît,

le bassin vidé se remplit de nouveau, et l'eau, après avoir repris son ancien niveau, s'y maintient pendant un temps plus ou moins long.

La durée de ces éruptions varie, mais ne dépasse guère, dans les plus puissants de ces appareils, une dizaine de minutes. Elles se renouvellent à des intervalles plus ou moins rapprochés, et cela d'une façon souvent très irrégulière pour chacun.

Geysers islandais. — Les geysers les plus anciennement connus et les plus étudiés sont ceux d'Islande. C'est là qu'ils ont pris leur nom; *geyser,* dans la langue islandaise, veut dire *furieux.*

On les trouve réunis en nombre considérable au milieu d'une grande plaine, entourée de glaciers, dans la partie sud-ouest de l'île, qui depuis longtemps n'est plus soumise aux feux des volcans. Parmi ces sources, le *grand geyser* se signale par son importance. Son bassin, large de 18^{m} à 20^{m} avec une profondeur de 2^{m},30 environ, s'élève de 5^{m} à 6^{m} seulement au-dessus du sol. La colonne d'eau, qui s'en échappe à des intervalles de vingt-quatre ou trente heures en moyenne, atteint souvent 50^{m} de haut. L'eau bouillante forme alors une gerbe évasée, couronnée de gros flocons blancs de vapeurs; elle retombe de tous côtés, par gouttelettes, en une pluie dense et serrée que les rayons du soleil croisent de divers arcs-en-ciel. Un deuxième, puis un troisième jet se succèdent rapidement; mais ce magnifique spectacle ne dure que quelques minutes.

Autrefois, ces éruptions se faisaient, au grand geyser, avec une certaine régularité; à l'heure présente il n'en est plus de même, on attend souvent des semaines entières avant qu'une explosion se produise.

Fort heureusement pour les visiteurs, il est, à côté de ce grand appareil, un petit geyser, le *Strokkur,* qui est plus complaisant. L'eau s'y maintient constamment en ébullition; en jetant des mottes de terre dans la cheminée, on peut, plusieurs fois par jour, provoquer des éruptions, qui se font parfois violentes et durent un quart d'heure, en se renouvelant 15 à 20 fois.

Geysers remarquables. — Parmi les régions volcaniques qui se signalent encore par leur activité geysérienne, il faut signaler la Nouvelle-Zélande, où, dans une seule vallée, sur un espace de 2^{km} tout au plus, on compte 76 de ces sources intermittentes qui occasionnent, par leurs jets presque continus, une véritable rivière d'eau bouillante, présentant des cascades qui, descendant de 25^{m} de haut sont formées d'une succession de terrasses siliceuses, du plus singulier effet, occasionnées par les dépôts de silice que ces eaux abandonnent en s'écoulant.

Geysers de la Nouvelle-Zélande. — Tel est, par exemple,

le célèbre *Te-ta-Rata* (*fig.* 27), source jaillissante qui, ruisselant de terrasse en terrasse jusqu'au lac de Rotora, alimenté par ces eaux bouillonnantes, peut être considéré comme la plus grande merveille de ce merveilleux pays.

Sur la pente d'une colline couverte de fougères, à peu de distance d'un vaste cratère d'explosion, le *Rotomahana*, constamment rempli lui-même par des eaux thermales hautement minéralisées, se trouve le principal bassin de cette immense fontaine geysérienne, rempli jusqu'au bord par une eau claire et limpide, d'un bleu d'azur, portée à une température voisine



Fig. 27. — Le Te-ta-Rata (Nouvelle-Zelande, d'après M. de Hochstetter).

de 100°. D'immenses nuages de vapeur s'échappent par torrents de cette énorme chaudière, constamment en ébullition. A des intervalles très éloignés, cette grande masse d'eau, violemment projetée dans les airs, laisse voir pendant quelques instants le bassin complètement vide, qui se remplit ensuite très promptement et reprend sa tranquillité habituelle. La source du Te-ta-Rata est ainsi un geyser à longues intermittences, comme celles actuelles du grand geyser d'Islande, mais la masse d'eau projetée est beaucoup plus considérable.

Geysers du Yellowstone. — La région des sources chaudes, découverte récemment dans les montagnes Rocheuses, près des sources du Yellowstone et du Madison ou *Fire-hole*, tous deux tributaires du Missouri, érigée maintenant à l'état de

Parc national par les Américains, est plus remarquable encore. On n'y compte pas moins de dix mille bouches en activité continue, parmi lesquelles il en est dont les gerbes s'élèvent toutes les dix minutes à plus de 100ᵐ de haut.

Dans la seule vallée du Fire-Hole (l'Abîme du feu), on en compte plus de quinze cents qui tous se signalent par un mode d'activité spéciale.

L'un d'eux, le *Vieux-Fidèle,* situé à l'entrée de la vallée, tire son nom de la régularité de ses éruptions.

La période d'action de ce geyser est de cinquante minutes. Chacune d'elles commence par la sortie bruyante d'une masse de vapeurs, suivie instantanément d'une colonne d'eau, qui, s'élevant par jets successifs, atteint la hauteur de 40ᵐ, en poussant un violent sifflement, pendant que d'énormes nuages de vapeurs s'accumulent au-dessus du cratère jusqu'à une hauteur de 125ᵐ. Des arcs-en-ciel se succèdent nombreux autour de cette fontaine jaillissante, dont les gerbes d'eau, retombant en pluie de diamants, s'écoulent ensuite sur les pentes de la montagne, en donnant lieu à toute une série de grandes cascades du plus pittoresque effet. Le jet s'abaisse ensuite, peu à peu, par saccades convulsives et disparaît enfin, pour faire place à des dégagements de vapeurs qui, pendant longtemps, rendent tumultueuses les eaux du cratère.

On se fera une idée de l'immense quantité d'eau projetée ainsi par le geyser, en songeant que ce jet, qui se renouvelle toutes les deux heures, sort par une ouverture large de près de 2ᵐ.

En avançant plus loin dans la vallée, sur la rive d'un étang marécageux, s'élève à 10ᵐ de haut un immense cratère, *le Château-Fort,* qui lance constamment des vapeurs avec des projections d'eau bouillante à 2ᵐ et 3ᵐ de hauteur. Dans le voisinage, sur le même tertre, on remarque une source tranquille, dont les eaux, maintenues seulement à une température de 27° à 30°, sont contenues dans un vaste bassin circulaire, aux bords dentelés, très profond et d'une régularité parfaite. Sur ses bords, d'abondants dépôts de limonite recouvrent le sol d'un glacis dont les colorations vives, jaune safran et brun rouge, contrastent singulièrement avec la blancheur de neige des dépôts siliceux issus des geysers.

Plus loin l'activité geysérienne se révèle de nouveau par une dizaine de cratères plus petits, hauts de 2ᵐ à 3ᵐ, constamment remplis par de l'eau portée à 94° [1], au milieu desquels se signale le *Geyser géant* (*fig.* 28), qui lance, à des intervalles fort heureusement très éloignés, pendant plus de trois heures,

---

[1] Le point d'ébullition de cette région, située à 2500ᵐ d'altitude, est de 92° à 93°.

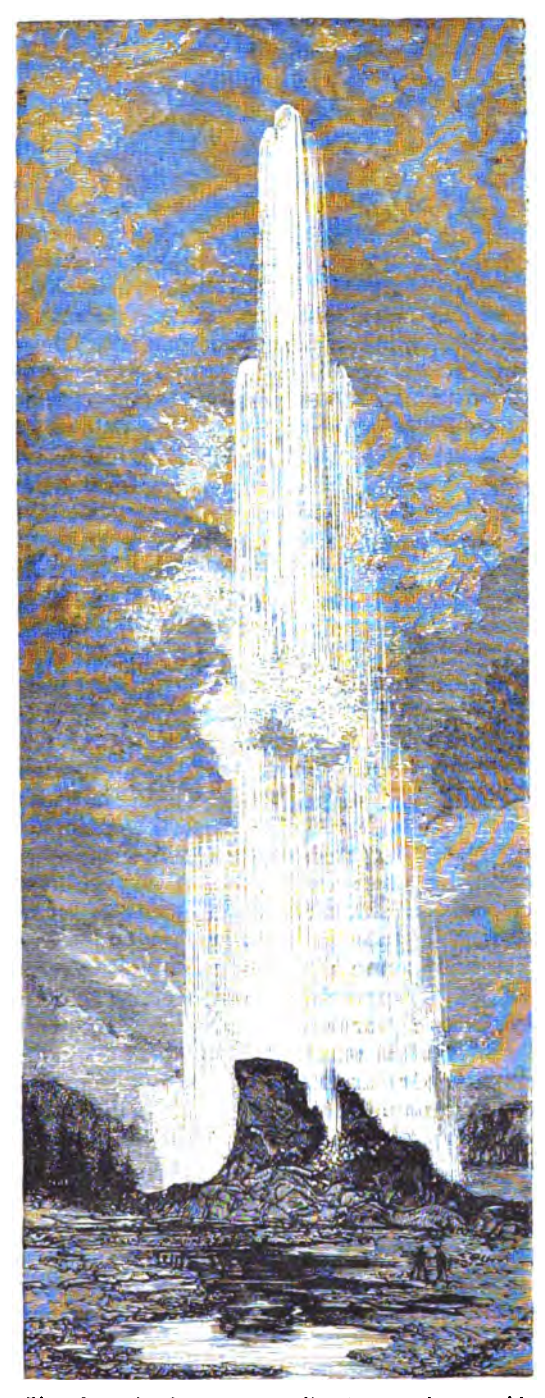


Fig. 28. — Le Geyser géant, d'après une photographie.

une colonne d'eau large de 2^m à 3^m, s'élevant à une hauteur de plus de 50^m.

Lorsque cet immense geyser entre ainsi en éruption, la Fire-Hole, doublant de volume, prend des allures torrentielles et son débit peut atteindre 250^{mc} par seconde (1).

Explication du phénomène geysérien. — La thermalité des eaux geysériennes, comme celle des sources minérales, s'explique par ce fait que dans les régions volcaniques, où le sol est très fissuré, les eaux d'infiltration provenant, soit de la pluie, soit de la fonte des neiges, peuvent pénétrer, dans les parties profondes du sol, échauffées par suite de leur voisinage avec les masses en fusion contenues souterrainement. Là elles sont portées à une température élevée et vaporisées en partie.

Dans le cas des sources thermales, c'est la pression seule exercée par ces vapeurs qui fait rejaillir les eaux par les fissures, et l'écoulement des eaux chaudes se fait à la surface du sol d'une façon continue. Mais, pour les geysers, l'ensemble du phénomène est plus complexe, puisqu'il comprend, en plus de l'arrivée des eaux, des projections intermittentes qui se font à des intervalles plus ou moins réguliers.

Bien des essais ont été tentés pour donner une explication rationnelle de la projection et surtout de l'intermittence de ces jets d'eau bouillante, qui constituent le jeu caractéristique du geyser. Une expérience ingénieuse du physicien anglais Tyndall, en reproduisant ce phénomène, peut servir de démonstration.

L'appareil disposé à cet effet consiste en un tube de fer assez long, fermé par un bout représentant la cheminée du geyser et couronné à sa partie supérieure par une petite cuve circulaire remplie d'eau, occupant la place du bassin terminal.

En chauffant ce tube, à sa base d'une part, et de l'autre dans sa partie moyenne à l'aide d'un second foyer, on voit, à des distances très rapprochées et bien rythmées, un jet d'eau bouillante s'élancer hors du bassin.

Dans l'espace ainsi surchauffé, au milieu du canal, l'eau portée à une température plus élevée se résout presque immédiatement en vapeur et acquiert bientôt une tension suffisante pour projeter, hors du bassin, toute l'eau qui se trouve au-dessus d'elle, dans l'intérieur du tube.

Or on a remarqué, en descendant des thermomètres dans la cheminée du grand geyser d'Islande, que la distribution de la température y était inégale et prenait un maximum à un certain niveau.

(1) *Le Parc national des Etats-Unis*, par MM. Hayden-Doane et Langfort (*Tour du Monde*, t. XXVIII, 722e livraison et suiv.)

Dans l'expérience de Tyndall, les conditions du geyser se trouvent donc remplies et l'explication du phénomène physique en découle nécessairement. On peut concevoir, en effet, que sur le trajet de la cheminée du geyser, qu'on sait être profonde, verticale et non disposée en siphon comme le voulaient les théories précédemment admises, il puisse exister un point où la colonne d'eau subit une élévation locale de température par suite de fissures, dans la roche encaissante, qui facilitent l'accès des vapeurs chaudes issues de l'intérieur; des projections intermittentes en résultent, comme dans l'expérience de Tyndall. De plus, ces projections étant nécessairement en fonction de la température et la position de cet espace surchauffé et ces conditions pouvant différer même dans des appareils très voisins, on conçoit aisément comment peuvent se produire toutes ces variations dans l'activité geysérienne que nous venons de signaler.

Suffioni; sources thermales d'origine volcanique. — A la suite des geysers viennent se placer naturellement les *soufflards* ou *suffioni*, c'est-à-dire ces jets de vapeur d'eau surchauffée, qui s'alignent, par groupes, dans les régions volcaniques sur des lignes de fracture, évidemment dues aux grands mouvements de l'écorce terrestre. Les plus connus sont ceux de Toscane; ils comprennent sept groupes distincts, concentrés sur un petit espace, au sud-est de Volterra, près de Florence. La vapeur d'eau qui s'élance ainsi par jets à de grandes hauteurs, en donnant lieu, au-dessus des bouches d'émission, à des nuages blancs, floconneux, épais, bien caractéristiques, se trouve là, mélangée avec de l'acide carbonique. L'hydrogène sulfuré se présente aussi en proportions notables, avec de l'hydrogène libre, dans ces dégagements gazeux. Sa présence se traduit dans les eaux condensées, qui se recueillent dans de vastes bassins, les *lagonis*, par d'abondants dépôts de soufre et surtout de gypse. L'albâtre célèbre de Volterra n'a pas d'autre origine.

L'eau des *lagoni*, très minéralisée, contient, avec de la silice libre et différents sels alcalins, de l'acide boracique en proportions notables. On l'extrait, en utilisant pour l'évaporation de ces eaux boracifères la vapeur des suffioni. Cette industrie, maintenant très active, surtout depuis qu'à l'aide de forages on a considérablement accru le nombre des suffioni (*fig.* 29), a transformé toute cette partie, déserte et désolée de la Maremme toscane, en une des régions les plus prospères de l'Italie.

Parfois ces dégagements s'effectuent avec assez de violence pour amener la formation, autour de l'orifice de sortie, d'une vaste cavité, en forme d'entonnoir, qui sert alors de réceptacle à l'eau de condensation.

C'est le cas des « *soufflards mugissants* » qui se présentent nombreux à Java, au voisinage des grands volcans qui donnent à cette île une place exceptionnelle sur le trajet du grand anneau de feu qui entoure l'océan Pacifique.



Fig. 29. — Coupe du forage exécuté à Travale (Toscane) sur le *Soffione Carlo*.

Le *Harapiti*, de la vallée d'Otumaheke, dans la Nouvelle-Zélande (*fig.* 30), peut compter comme l'une de ces sources de vapeurs la plus considérable qui soit au monde; le jet de vapeur qui s'élance ainsi d'une vaste cavité cratériforme, parfaitement régulière, s'élève à une telle hauteur qu'on peut l'apercevoir à une distance de plus de 20^{km}, avant d'entendre ses sifflements aigus. Non loin de là, dans la vallée du Waikato, ce grand fleuve néo-zélandais, qui n'a d'égal en Europe que le Rhin ou le Danube, le sol imprégné d'eau bouillante et de vapeurs, sur une grande étendue, laisse échapper de partout des jets de vapeurs qui sont alors en relation

directe avec les geysers innombrables, étagés sur les flancs des collines avoisinantes ([1]).



Fig. 30. — Le Harapiti de la Nouvelle-Zélande, d'après M. de Hochstetter.

Sources thermales d'origine volcanique. — Du même ordre sont encore ces sources chaudes, hautement minéralisées, qui empruntent leur température élevée et cette minéralisation qui leur donne un caractère spécial aux dégagements d'origine volcanique. Ces sources minérales, disposées par groupes comme les *suffioni*, ont été considérées par Elie de Beaumont « comme des volcans privés de la faculté d'émettre aucun autre produit que des émanations gazeuses qui, dans le plus grand nombre de cas, n'arrivent à la surface que condensées en eau thermale » ([2]); on ne saurait trouver une meilleure définition de ces sources jaillissantes, non plus à la manière des geysers, mais comme de véritables puits artésiens naturels.

Les sources sulfureuses célèbres de Wara din-Teplitz en Croatie, qui débitent par jour 77000 tonnes d'eau portée à une température de 56°, sont imprégnées de soufre, de carbonate de soude, de potasse et de chaux, et d'alun dans des proportions telles qu'on évalue actuellement l'accumulation de toutes ces substances minérales, amenées ainsi des profondeurs à la surface, à un cube de 120^{m} de côté.

Les sources chaudes d'Hammann-Meskhoutin (les bains maudits), dans la province de Constantine (Algérie), sont encore plus remarquables. Elles doivent à leur température élevée (95°) et surtout à la forte proportion d'acide carbo-

([1]) De Hochstetter, *Exploration de la Nouvelle-Zélande* (*Reise der Osterreichischen Fregate* Novara *um die Erde*).

([2]) Elie de Beaumont, *Note sur les émanations volcaniques et métallifères* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. IV, 1847, p. 1249).

nique qu'elles contiennent, d'emprunter aux massifs calcaires sous-jacents une grande quantité de carbonate de chaux, qu'elles déposent ensuite, sous forme d'incrustations calcaires, très étendues et très pittoresques, dont la structure et l'architecture varient à mesure qu'on s'éloigne des griffons.

Au point d'émission, ce travertin, spongieux et vacuolaire, apparaît comme boursouflé, il passe ensuite à des variétés concrétionnées à structure fibreuse (arragonite) qui plus bas, alors que les eaux déjà refroidies tombent en cascades, se transforment en calcaires compacts, blancs ou rosés.

Ces sources, au nombre d'une centaine, se font jour sur la rive droite d'une rivière très encaissée, l'oued Zenati, au milieu d'un vaste plateau entouré d'une ceinture de hautes montagnes (les djebel Taïa, Mermoura et Debar). Le sol de ce plateau, jonché de cheminées calcaires qui, hautes de 8 à 10m, ressemblent, de loin, à tout autant de minarets, résonne sous les pas et l'on entend, dans le dessous, le bruit d'une forte ébullition; des torrents de vapeurs s'échappent de partout au travers de ce sol fissuré, tandis que s'échappent, du sommet des monticules coniques, des sources bouillonnantes qui vont mêler leurs eaux tumultueuses et brûlantes aux eaux plus calmes et froides de l'oued Chedraka; dans ce trajet, ces sources ont établi une suite de terrasses, tapissées de longues stalactites d'un blanc de neige, sur lesquelles les eaux se déversent, en formant toute une série de cascatelles du plus gracieux effet.

Les sources chaudes d'Hiéropolis (Ville sainte), près de Smyrne, sont encore plus remarquables. Les travertins déposés par ces eaux calcaires forment une cascade de plus de 100m de haut sur 4km de large, en figurant, par places, des colonnades de bas-reliefs d'une étrange beauté, au milieu desquels s'ouvrent une multitude de coupes et de vasques aux bords cannelés frangés de stalactites.

Le célèbre rocher des Célestins, à Vichy, encore parcouru par de nombreuses sources ascendantes, qui contribuent chaque jour à son accroissement, en déposant, feuillet par feuillet, les couches diverses de calcite et d'arragonite qui constituent ce puissant massif de travertin concrétionné, représente ainsi le travail séculaire de sources thermales bien connues, dont les plus chaudes sortent à une température de 35° à 45°; alignées par groupes sur des fissures nettement parallèles, qui ne sont autres que des réouvertures de celles qui ont livré passage aux grandes nappes basaltiques des environs de Vichy et du Roannais à l'époque miocène [1], elles dérivent ainsi de l'activité interne du globe.

---

[1] VOISIN, *Annales des Mines*, 2e série, t. XVI, p. 488.

Sondage de Montrond. — On peut, à l'aide de sondages, favoriser la sortie de ces sources ascendantes; on obtient alors, au début, de violentes projections d'eau, qui tiennent à l'expansion des gaz comprimés dans le dessous.

Un sondage entrepris récemment, en 1879, dans la plaine du Forez, aux environs de Montrond, dans l'espoir de retrouver là, sous les terrains tertiaires du Velay et de la Limagne, le prolongement du bassin houiller de Sainte-Foi-l'Argentière, vient d'en donner un exemple des plus remarquables.

A 500^{m} de profondeur, après avoir rencontré, à divers niveaux dans les couches tertiaires traversées, des sources bicarbonatées sodiques, semblables à celles de Vichy et surtout à celles de Saint-Galmier et de Salt-en-Donzy, situées, dans le voisinage, sur les bords de la plaine du Forez, tout d'un coup, des torrents d'acide carbonique, se précipitant hors du trou de sonde, firent jaillir avec violence, par jets intermittents qui se renouvelaient trois fois par vingt-quatre heures, des colonnes d'eau bouillante hautes de 18^{m} à 20^{m}.

Actuellement cette sortie des gaz et de l'eau minérale se fait avec moins de violence, et c'est ainsi une source thermale ascendante, très abondante, qu'on a rencontrée à Montrond, au lieu des réserves de houille qu'on s'attendait à trouver. Son débit se maintient, en effet, entre 350^{lit} et 400^{lit} à la minute.

L'existence de cette nappe d'eau bicarbonatée sodique chaude, sous la plaine du Forez, devait être prévue, puisqu'elle se traduit depuis longtemps, sur ces bords, par les sources minérales de Saint-Galmier et de Salt-en-Donzy à l'est, de Moing et de Montbrison à l'ouest.

L'origine de ces eaux thermales doit se rattacher, comme celles de Vichy, aux grandes coulées basaltiques qui sillonnent la plaine et le pied de la chaîne du Forez. La soude qu'elles contiennent en assez forte proportion (3^{gr} à 4^{gr} de carbonate de soude par litre) est empruntée à ces roches basaltiques, dont le feldspath est à base de soude.

Salses, salinelles et mofettes. — Au dernier échelon des manifestations volcaniques se trouvent des émanations gazeuses, dans lesquelles domine le carbone combiné soit à l'hydrogène, soit à l'oxygène, et qui s'effectuent généralement à la température de l'air ambiant.

Ces dégagements de carbures d'hydrogène et d'acide carbonique, nombreux en Sicile, principalement dans la région de l'Etna, ont de tout temps appelé l'attention des géologues et des chimistes qui ont fait des volcans l'objet principal de leurs recherches.

Des analyses très précises, effectuées d'abord sur place, contrôlées ensuite dans le laboratoire par MM. Félix Le Blanc et Ch. Sainte-Claire Deville, ont permis à ces savants obser-

vateurs d'établir, dans ce groupe complexe d'émanations carbonées qui environnent l'Etna, une série décroissante dont les termes extrêmes sont formés par l'hydrogène protocarboné d'une part, et de l'autre par l'acide carbonique pur, ainsi que le démontre le Tableau suivant :

	MACALUBA			SALINELLE			SOURCE
	de Xirbi.	de Girgenti	de Terrapilata.	de S. Biaggio.	de Paterno.	du Lago di Naftia	acidulée de Paterno.
Hydrogène protocarboné	97,95	98.40	93,66	30,05 (Hydrogène protocarboné et Azote)	5,47	0,71	0,00
Azote	1,12	0,35	0,00		0,00	0,00	1,74
Acide carbonique	0,93	1,25	6,34	69,35	94,53	99,29	98,26
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Entre les suffioni, qui se rattachent intimement aux solfatares et aux geysers, comme nous venons de le voir, et ces émanations carbonées, dernier signe d'une activité volcanique depuis longtemps affaiblie, on peut observer une liaison étroite. Il se fait ainsi, dans la succession des phénomènes qui mettent fin aux manifestations volcaniques, une série continue d'étapes régulièrement décroissantes, dont les dégagements d'acide carbonique représentent le dernier acte.

Salses. — Les salses consistent en des émissions de boue plus ou moins salée, amenée au jour par des gaz souterrains qui s'échappent de petites collines coniques, tronquées au sommet par une ouverture cratériforme. Ce phénomène présente, en petit, tous les symptômes d'une crise volcanique véritable; l'éruption boueuse, précédée de secousses, s'annonce par une agitation tumultueuse de la masse vaseuse contenue dans le cratère, d'où s'échappent par quantités des bulles de gaz qui, venant crever à la surface, donnent naissance à de véritables projections. Les coulées boueuses s'effectuent ensuite, inondant souvent de vastes espaces et modifiant, par suite, l'aspect du sol où elles se manifestent. Leurs paroxysmes les rendent quelquefois redoutables, et rien ne manque alors au tableau d'une éruption volcanique.

Quelle que soit d'ailleurs l'apparence des orifices d'une salse, on voit toujours, quand on approche une allumette enflammée d'un de ces dégagements, se développer une flamme jaunâtre, douée d'un pouvoir éclairant considérable, dû à la présence de particules très fines de chlorure de sodium dans le gaz dégagé et non à la composition particulière de celui-ci, dont l'élément dominant est toujours le gaz des marais [1]; c'est là leur trait caractéristique.

---

(1) FOUQUÉ, *Les émanations gazeuses des Apennins* (*Revue des Deux-Mondes*, t. XCII, p. 533).

Ces cônes, répandus souvent en nombre considérable sur un petit espace, sont toujours peu élevés, et, comme ils sont formés d'une argile tenace, leur pente est toujours plus forte que celle des cônes de débris. Leur forme est aussi plus régulière, et la cavité centrale, qui parfois se réduit à $0^m,5$ ou $0^m,6$, offre une section circulaire parfaite. Il est de ces cratères qui, surbaissés, ne dépassent le sol que de quelques centimètres, figurant ainsi de véritables cratères-lacs, remplis d'une eau vaseuse, sans cesse agitée.

Ces appareils justifient bien ainsi le nom de *volcan d'air*, ou mieux celui de *volcan de boue*, qu'on leur a donné, en Sicile, dans le *Macaluba* (1) de Girgenti, exemple le plus connu et le plus souvent cité de ces suintements de boue.

Le Macaluba de Girgenti est situé à 11^{km} au nord de la ville, au milieu d'une campagne stérile, absolument découverte, dépourvue de toute espèce de culture et d'habitation. De toutes les descriptions qui en ont été données, celle de Dolomieu, qui date de 1781 (2), est certainement la plus complète et la plus exacte; nous ne saurions donc mieux faire, pour en donner une idée, que de la reproduire ici textuellement :

« Cette montagne, à base circulaire, représente imparfaitement un cône tronqué; elle peut avoir 150 pieds d'élévation, prise d'un vallon qui est au-dessous et qui en fait presque le tour; elle est terminée par une plaine convexe qui a un demi-mille de contour : elle est de la plus grande stérilité et ne produit pas la moindre végétation. On voit, sur son sommet, un très grand nombre de cônes tronqués, à différentes distances les uns des autres et de différentes hauteurs; le plus grand peut avoir 2 ½ pieds, les plus petits ne s'élèvent que de quelques lignes. Ils portent tous, sur leurs sommets, de petits craters (*sic*) en forme d'entonnoirs, proportionnels à leurs monticules et qui ont à peu près la moitié de leur élévation pour profondeur. Le sol sur lequel ils reposent est une argile grise, desséchée et gercée dans tous les sens, qui s'enlève en feuillets de 4 pouces d'épaisseur; le grand balancement qu'on éprouve en marchant sur cette espèce de plaine annonce que l'on est porté par une croûte assez mince, appuyée sur un corps mou et demi-fluide; on reconnaît bientôt que cette argile desséchée recouvre réellement un vaste et immense gouffre de boue, dans lequel on court le plus grand risque d'être englouti.

(1) Ce nom, d'origine arabe, qui signifie *bouleversé, tourmenté*, s'applique bien aux salses de Sicile.

(2) DOLOMIEU, *Voyage aux îles Lipari, fait en* 1781, suivi d'un Mémoire sur une espèce de volcan d'air (salse de Girgenti), p. 153 et suiv. Paris, 1783.

» L'intérieur de chaque petit cratère est toujours humecté, et l'on y observe un mouvement continuel; il s'élève à chaque instant de l'intérieur et du fond de l'entonnoir une argile grise délayée, à surface convexe, qui, en s'arrondissant, arrive aux lèvres du cratère qu'elle surmonte ensuite en forme de demi-globe; cette espèce de sphère s'ouvre pour laisser éclater une bulle d'air qui a fait tout le jeu de la machine. Cette bulle, en se crevant avec un bruit semblable à celui d'une bouteille que l'on débouche, rejette hors du cratère l'argile dont elle était enveloppée, et cette argile coule à la manière des laves sur les flancs du monticule; elle en gagne la base et s'étend à plus ou moins de distance. Lorsque l'air s'est dégagé, le reste de l'argile se précipite au fond du cratère, qui reprend et garde sa première forme, jusqu'à ce qu'une nouvelle bulle cherche à s'échapper. Il y a donc un mouvement continuel d'abaissement et d'élévation plus ou moins précipité, et dont l'intermittence est de deux ou trois minutes...

» Il y a quelques petits monticules qui sont entièrement secs, et qui ne donnent plus passage à l'air; le nombre des uns et des autres est en général de plus de cent et varie chaque jour; en outre des petits cônes, il y a quelques cavités dans le sol même, surtout dans la partie de l'ouest, qui est un peu plus basse; ces petits trous ronds, de 1 ou 2 pouces de diamètre, sont pleins d'une eau trouble et salée, d'où s'élèvent et sortent immédiatement les bulles d'air, qui y excitent un bouillonnement semblable à celui de l'eau sur le feu, et qui crèvent sans bruit et sans explosion. Je trouvai sur la surface de quelques-unes de ces cavités une pellicule d'huile bitumineuse d'une odeur assez forte, que l'on confond souvent avec celle du soufre.

» Tel est l'état de cette montagne pendant l'été et l'automne jusqu'au temps des pluies; et c'est ainsi que je l'ai vue. Mais, pendant l'hiver, les circonstances sont toutes différentes; les pluies ramollissent et détrempent l'argile desséchée de son sommet; les monticules coniques sont dissous; ils se rabaissent et se mettent de niveau, et le tout n'offre plus qu'un vaste gouffre de boue et d'argile délayée dont on ne connaît pas la profondeur et qu'on n'approche qu'avec le plus grand danger. Un bouillonnement continuel se voit sur toute cette surface : l'air qui le produit n'a plus de passage particulier et vient éclater dans tous les endroits indistinctement... »

Ces deux états différents représentent la période de calme et par conséquent le jeu normal du Macaluba. Cette salse a aussi ses moments de grande « fermentation », ajoute Dolomieu, pendant lesquels se manifestent des phénomènes en tous points comparables à ceux qui servent de prélude aux éruptions, dans les cratères brûlants.

Des mouvements du sol, avec leur cortège habituel de bruits souterrains, souvent très violents, se font alors sentir sur une étendue de plusieurs lieues; puis surviennent des explosions provoquant le jet, à une hauteur de plus de 50^{m}, de véritables gerbes d'argile détrempée, mêlée de quelques pierrailles empruntées au sol sous-jacent; enfin une véritable coulée de boue, accompagnée de dégagements tumultueux de gaz hydrocarbonés, dégorge du cratère et vient recouvrir une étendue de plusieurs lieues.

Ces éruptions violentes se manifestent à la fin de l'automne, dans les années sèches, quand la boue asséchée, devenue plus consistante, a mis longtemps obstacle à l'émission des gaz.

On doit encore savoir gré à Dolomieu d'avoir reconnu que la composition des gaz, qui se dégagent ainsi de la masse boueuse, était complexe. Après avoir constaté que cette vase, qui dans les cratères paraît soumise à une vive ébullition, restait toujours à une température voisine de celle de l'air ambiant ou même inférieure, il a reconnu que les bulles venant ainsi crever à la surface, contenaient deux sortes d'*air*: un *air fixe* ou gaz méphitique, impropre à la combustion: c'était alors la dénomination de l'acide carbonique; un *air inflammable*, qui brûlait avec une légère explosion. Armé d'une simple bouteille et d'une bougie, il était loin d'avoir à sa disposition les appareils délicats qui permettent maintenant, non seulement de condenser les vapeurs et de recueillir les gaz volcaniques, mais d'en faire l'analyse sur place.

On sait maintenant que le mélange gazeux qui s'échappe des salses et provoque l'émission de la boue renferme des carbures d'hydrogène avec de l'acide carbonique et quelquefois de l'azote.

Les émanations hydrocarbonées se présentent surtout dans les paroxysmes. Dolomieu en avait fait déjà la remarque en 1785, pendant une des crises violentes du Macaluba (1). Avec raison l'illustre et savant observateur admettait que c'était uniquement l'accumulation et la force expansive de ces gaz qui, joints à de la vapeur d'eau pulvérisée, déterminent les grandes crises. Il rejetait également l'hypothèse de la combustion souterraine de l'air inflammable, admise par ses prédécesseurs, par cette raison toute naturelle que « son inflammation dans les cavités de la montagne n'était pas possible, puisque, pour produire cet effet, il lui faut le concours de l'*air pur* », lisez de l'oxygène.

(1) « Le fluide élastique de Macaluba me parut air fixe ou gaz méphitique, lorsque je l'observai en 1771; je n'y pu (*sic*) produire aucune inflammation; plus tard, en 1785, il se trouva être entièrement *air inflammable*, qui brûlait avec légère explosion. » (DOLOMIEU, *loc. cit.*, p. 368.)

La relation si détaillée de Dolomieu représente fidèlement l'état du Macaluba, vers la fin du siècle dernier. Actuellement, par suite de l'élargissement de sa masse, les contours de la salse sont moins réguliers. Elle a perdu sa forme conique et figure maintenant un mamelon écrasé, aux pentes arrondies, rattaché aux collines voisines, au-dessus desquelles il ne s'élève à peine que de 50ᵐ.

Le Macaluba ne doit pas uniquement son relief aux émissions boueuses : c'est un mamelon formé de marnes grises gypsifères, d'âge miocène, sur le flanc duquel des éruptions successives ont accumulé une masse épaisse d'argile délayée. Sa surface, fortement ondulée et comme bosselée, couverte d'une centaine de petits cônes éruptifs et de cratères-lacs, devenue solide et résistante, ne fléchit plus sous le pied et l'on peut circuler aisément au milieu de tous ces foyers sans éprouver les inquiétudes de Dolomieu. En beaucoup de points la présence du *Salsola vermiculata* témoigne de la salure des eaux boueuses. Dans tous les cratères actifs, c'est le gaz des marais (hydrogène protocarboné) qui domine; en même temps, le bitume, devenu plus abondant, dessine autour des cônes de larges traînées sinueuses, d'un brun noir, qui s'étendent souvent fort loin.

C'est dans cet état que M. Contejean, à qui nous empruntons ces détails [1], a trouvé le Macaluba, en septembre 1882, un siècle après Dolomieu par conséquent. C'est en effet le 18 septembre 1781 que ce savant géologue partait d'Aragona-Caldare pour entreprendre l'exploration du *volcan d'air* de Girgenti.

Les diverses sources gazeuses hydrocarbonées de la Sicile, rayonnant suivant des directions déterminées autour de l'Etna, sont nécessairement en relation avec les différentes phases d'activité de ce volcan. Dans les grands paroxysmes, quand la poussée volcanique amène la lave jusqu'au cratère terminal, ces évents secondaires, donnant issue aux masses gazeuses refoulées par suite de l'obstruction de la cheminée centrale, éprouvent une recrudescence, marquée non seulement par la violence des dégagements, mais encore par des différences dans leur composition. C'est ainsi que M. Fouqué, en 1865, lors de la grande éruption qui a donné lieu à la coulée de Frumento, a pu constater la présence de l'hydrogène libre dans la salse de Santa-Venerina, où Charles Sainte-Claire Deville n'avait rencontré, quelques années auparavant, que de l'hydrogène protocarboné [2]. De ce fait, qui a pu être vérifié en

(1) CONTEJEAN, *Une excursion au Macaluba de Girgenti.* (*Revue des cours scientifiques*, 3ᵉ série, t. XXXI, p. 720.)

(2) Voici, d'après M. Fouqué (*loc. cit.*, p. 40), la composition d'un mé-

d'autres points dans des conditions semblables, on peut conclure que la disparition de l'hydrogène libre, et surtout l'intervention, dans ces émanations gazeuses, d'un carbure d'hydrogène plus riche en carbone que le gaz des marais, est un signe de ralentissement dans leur activité.

L'une d'elles, le Macaluba de Tempilota, située près de la ville de Caltanisetta, sur un plateau élevé de 150^{m}, présente cette particularité remarquable de voir ses volcans se multiplier pour ainsi dire à l'infini, à chacun des tremblements de terre qui agitent si fréquemment la Sicile. Pendant plusieurs jours des torrents de boue salée s'en échappent avec des dégagements tumultueux de gaz. La surface du plateau s'entr'ouvre, et la grande fissure qui se déclare ainsi et livre passage aux gaz, épousant chaque fois la même direction, est-ouest, vient atteindre, près de la ville de Caltanisetta, le couvent des Franciscains (*Covento della Gracia*), qui, se trouvant sur le trajet de cette fente, voit ses murailles, à chacune de ses secousses, fracturées.

Salses des Apennins. — Les salses et les salinelles sont nombreuses dans la haute Italie. Quand on descend des hauteurs des Apennins, on rencontre, avant d'atteindre la plaine de la Lombardie, une longue bande de terrains marneux qui s'étend depuis Plaisance jusqu'à l'extrémité sud de l'Italie, en épousant sensiblement la direction de l'arête montagneuse de la Péninsule; c'est au travers de ces marnes subapennines, sur le trajet d'une grande ligne de fracture (est-ouest, 17° nord) sensiblement parallèle à la chaîne des Apennins, que s'étagent, à une altitude toujours faible, au-dessus de la plaine de la Lombardie, les curieux appareils que nous venons de décrire en Sicile; les plus connus sont ceux de Bergullo, de Passuno, de Salvarola, de San-Venanzès et de Sassuolo. La nature éminemment argileuse du sol se prête merveilleusement à la production des cônes de boue et des salses, aussi tous les dégagements que nous venons d'énumérer se présentent-ils sous cet aspect.

La salse de Bergullo, située dans le district d'Imola, se si-

---

lange gazeux rejeté par la source de Santa-Venerina, près d'Aci Reale :

Acide sulfhydrique	traces.
Acide carbonique	3,13
Gaz des marais	71,76
Hydrogène	3,70
Oxygène	1,18
Azote	22,15

Cette source, ayant pour caractère de se manifester au milieu de marnes crétacées gypsifères, produit en outre des sulfures alcalins et alcalino-terreux qui en font une station d'eaux minérales renommée.

gnale par l'étonnante régularité de ces cônes de boue, dont les principaux, élevés de 3^m sur 12^m de circonférence, formés d'une argile fine blanchâtre très résistante, paraissent avoir été construits de main d'homme.

Quelques-uns, largement ouverts sur le côté, donnent issue à de véritables coulées latérales qui se déversent dans le rio Sanguinario, ruisseau fangeux dont les eaux rougies serpentent dans le fond du vallon d'Imola. Dans le même point, suivant les conditions variables d'humidité du sol et surtout suivant l'énergie du dégagement gazeux, les cônes de déjection, faisant défaut, sont remplacés par de véritables lacs de boue comme au Macaluba de Girgenti en Sicile.

Sassuno, dans le district de Castel San Pietro, établie sur un étroit plateau argileux entouré de ravins profonds, draînés par des rivières torrentielles, est de date récente. Son apparition, au commencement du siècle, a été le prétexte de phénomènes violents, secousses et tremblements de terre suivis de véritables explosions, bouleversant le terrain environnant. Le plateau, fissuré en tous sens, ressemblait à un champ labouré de sillons profonds dont la crête était aiguë et tranchante. En 1839, époque où cette salse a été reconnue et décrite pour la première fois par le professeur Bianconi, de Bologne, en divers points très rapprochés ([1]), les dégagements d'hydrogène protocarboné s'effectuaient à des intervalles de quelques secondes au milieu d'une eau bourbeuse projetée, par éclaboussures, sur les flancs de l'éminence.

En 1869, MM. Fouqué et Gorceix ([2]) reconnurent, dans les nombreuses bulles qui venaient éclater à la surface de cette boue semi-fluide, qui formait alors, çà et là, de petites mares salées dont l'approche n'était pas sans danger, la présence, avec une grande abondance de gaz des marais, d'une proportion notable d'un carbure d'hydrogène, plus riche en carbone (hydrure d'éthylène), qui jusqu'alors n'avait été rencontré, à l'état naturel, que dans les gaz des sources de pétrole.

La salse de Sassuolo, située près de Modène, en plein pays de plaine, doit sa célébrité, d'une part au récit que Pline a donné de son apparition, de l'autre à l'exploration mémorable qu'en a faite Spallanzani en 1789. C'est, de toutes les salses des Apennins, celle qui, de beaucoup, a le plus attiré l'attention de tous ceux qui se préoccupent de l'étude des phénomènes actuels.

« Sous le consulat de Lucius Martius et de Sextus Julius,

([1]) Sur un espace allongé, dont le grand diamètre avait environ 6 palmes, raconte le professeur Bianconi.

([2]) Fouqué et Gorceix, *Gaz combustibles des Apennins et des lagunes de Toscane Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIX, p. 946).

rapporte Pline d'après le récit, sans aucun doute très exagéré, des philosophes toscans, il arriva dans la campagne de Modène un tremblement de terre vraiment prodigieux : deux montagnes vinrent à se ruer l'une contre l'autre et à s'entre-choquer avec un effroyable fracas; puis elles se redressèrent l'une et l'autre, et à l'endroit de leur séparation on voyait, de temps en temps, s'élever vers le ciel une fumée mêlée de flammes. Ce phénomène fut observé, de la voie Émilie, par un grand nombre de chevaliers romains, par leur suite et par tous les passants. Dans ce choc, toutes les propriétés furent détruites, et la plupart des animaux périrent. »

D'autres récits, datant du XVIIe siècle, mentionnent les éruptions de la salse comme accompagnées de phénomènes précurseurs en tous points comparables à ceux qui occasionnent de si grands désastres dans les paroxysmes de l'Etna et du Vésuve.

« Des tremblements de terre bouleversent le sol, des flammes embrasent des collines entières, raconte Frassoni en 1860 [1]; leur lueur éclaire, par intervalles, ce sombre horizon, de telle sorte que, par instants, le jour succède à la nuit et la nuit au jour. Les hommes et les animaux sont frappés de terreur et, si une prompte fuite ne les dérobe au danger, ils trouvent bientôt la mort au milieu des éléments déchaînés. Tous ces phénomènes durent jusqu'à ce que, l'incendie ayant dévoré tous ses aliments et entièrement consumé la colline dans les flancs de laquelle il s'est allumé, il se forme une autre colline de monceaux de terre et de pierres qu'il a rejetés. »

De tels récits, où l'exagération des narrateurs frappés de terreur est manifeste, indiquent cependant que la salse de Sassuolo a subi de nombreux paroxysmes accompagnés de violentes secousses et de projections de débris.

Spallanzani, à diverses reprises, est venu explorer Sassuolo. En 1789, lors de sa première visite, la salse, dans un état de tranquillité relative, se présentait sous la forme d'un cône argileux, peu élevé, creusé au sommet en forme d'entonnoir, et donnant issue en ce point à d'énormes bulles de gaz combustible, qui s'échappaient, d'une façon intermittente, au milieu d'une eau bourbeuse constamment agitée. Ces bulles soulevaient des masses d'argiles, fortement imprégnées d'eau, qui, débordant au-dessus de l'entonnoir, se déversaient sur les flancs du cône.

L'année suivante, en juillet, autour de ce premier cône surélevé, se dressaient quatre petits monticules de même nature où se manifestaient les mêmes phénomènes. Leur apparition avait été accompagnée de mouvements du sol violents et

---

[1] FRASSONI, *De thermis montis Gilii.*

de projections qui avaient lancé à plus de 10^{m} de distance, avec des quantités de pierres, un bloc calcaire pesant 400^{kg}. A cette période d'agitation a succédé une longue période de repos : en 1793, dans une troisième exploration, Spallanzani trouva en effet la salse presque inactive, réduite à un seul cône, de faible dimension, d'où s'échappaient, à des intervalles très inégaux et très espacés, de faibles dégagements gazeux.

C'est seulement en 1835 que la salse Sassuolo, qui depuis longtemps sommeillait, s'est réveillée soudainement par une crise terrible qui a provoqué la projection à une grande distance d'une masse de boue et de pierres évaluée par le professeur Giovanni de Brignoli, professeur à l'Université de Modène, témoin oculaire du phénomène, à 10460000^{mc}. Le sol se fendit en plusieurs points et, dans ces crevasses, la température s'étant sensiblement accrue, de violents dégagements de gaz inflammables s'effectuèrent accompagnés d'émissions d'eaux fortement salées.

Cette grande éruption paraît avoir épuisé en partie l'énergie de Sassuolo; c'est à peine si, depuis cette époque, on a pu ressentir quelques légères secousses qui ne sont pas comparables aux oscillations dont nous venons de parler. En 1869, MM. Fouqué et Gorceix ont trouvé la salse réduite à une petite mare d'eau bourbeuse, ayant à peine 1^{m} de diamètre, d'où s'échappaient quelques rares bulles de gaz de marais. Aux alentours, le sol, sec et aride, était dépourvu de toute trace de végétation.

Terrains ardents, fontaines ardentes. — Quand on quitte les collines subapennines pour faire l'ascension des hautes cimes des Apennins, en suivant la route qui conduit de Bologne à Florence, on traverse, à 30^{km} environ de la région des salses que nous venons de décrire, une seconde ligne de fracture, sensiblement parallèle à la précédente, qui livre également passage, en de nombreux points sur son parcours, à des dégagements spontanés de gaz hydrocarbonés.

Ces dégagements ne trouvant plus, dans ces parties élevées de la chaîne, composées principalement de grès micacés (*macigno*) avec masses de serpentines intercalées, un sol argileux propice à l'établissement des volcans de boue, donnent lieu à des *terrains ardents* et à des *fontaines ardentes*. Les premiers se produisent quand le mélange gazeux, riche en principes combustibles, sortant à sec d'un terrain rocailleux, s'éteint difficilement après avoir été enflammé; les fontaines ardentes s'établissent quand ces mêmes dégagements, par suite de circonstances favorables, s'effectuent au sein de nappes d'eau. Ces deux conditions, essentiellement variables, peuvent se réaliser, en des temps différents, sur le même dégagement, suivant la saison et le degré d'abondance des pluies.

Auprès du village de Gaggio, situé dans la montagne, à 4^{km} au-dessus de la petite ville de Poretta, où commence le col dans lequel s'engage le chemin de fer de Cologne à Florence, ces effluves gazeuses, qui s'échappent de toutes parts à travers des champs cultivés, ne laissent soupçonner leur existence que pendant les pluies, des myriades de bulles se dégageant alors des plus petites flaques d'eau. Une allumette enflammée y susciterait un incendie qui détruirait toute la moisson.

Les fontaines ardentes sont également nombreuses près du village voisin de Barigazzo, situé presque sur la cime des Apennins; l'une d'elles, l'*Orto del inferno* (jardin de l'enfer) doit son nom à la terreur qu'inspirent dans la région les flammes qu'on peut y développer, au milieu des prairies, en allumant le gaz combustible. Non loin de là, à une petite distance de Monte-Creto, séparé de Barigazzo par un ravin large et profond, la *Sponda del Gato* (margelle du chat) laisse échapper des flammes azurées, peu brillantes, qui servent à alimenter les foyers. Au mois de mai 1869, MM. Fouqué et Gorceix ont trouvé ce gaz brûlant, devant une image de la madone, sous une petite chapelle élevée sur le dégagement, peu de temps avant leur arrivée. Non loin de Gaggio, à quelques kilomètres en contre-bas, les sources minérales bien connues de Porreta, qui jaillissent au nombre de cinq du pied de la colline escarpée de Passo-Cardo, sont toutes de véritables fontaines ardentes; les mêmes fissures qui donnent issue à ces sources chaudes (30° à 38°), tout à la fois alcalines et salées, livrent, en effet, passage à d'abondants dégagements de gaz combustibles. Mais, en même temps, ces fissures se continuant jusqu'au sommet, une partie du mélange gazeux poursuit sa route verticalement et donne lieu, en s'échappant des insterstices d'un massif de grès dénudé, au terrain ardent qui couronne le mont Sasso-Cardo ([1]). Ces jets de gaz, une fois allumés, s'éteignent difficilement; pour les éteindre, il faut apporter de l'eau et la répandre sur les orifices de sortie, ce qui ne peut se faire sans difficultés, étant données les

---

([1]) *Analyses des gaz recueillis dans les dégagements de Porreta par MM.* FOUQUÉ *et* GORCEIX *en* 1869 :

	Porreta.				
	Bori.	Marte.	Puzzola.	Vedhia.	Sasso-Cardo.
C^2H^4...........	92,22	92,16	91,48	90,75	94,82
CO^2............	5,72	5,06	1,84	2,02	2,05
Az.............	2,06	2,78	6,68	7,23	3,13

FOUQUÉ et GORCEIX, *Etude chimique des gaz à éléments combustibles de l'Italie centrale* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIX, p. 947).

inégalités du sol et la tendance du gaz à fuir partout où il ne trouve pas la mince nappe d'eau qu'on l'oblige à traverser.

Des terrains ardents encore plus remarquables, échelonnés dans le Modénais, le long des Apennins, de Pietra-Mala à Bocca-Suolo, sur la route qui conduit de Modène à Pistoïa, sont illustrés par les explorations qu'en ont faites, à la fin du siècle dernier, Volta et Spallanzani.

L'histoire garde le souvenir des luttes à jamais célèbres qui s'engagèrent alors entre ces deux savants, d'une haute valeur scientifique, pour décider si les gaz qui se dégagent spontanément du sol, dans presque toutes les régions volcaniques, ou même dans des contrées quelquefois très éloignées des points où se manifeste l'action des feux souterrains, peuvent être assimilés à ceux qui se développent dans la boue fangeuse des marais, question qui passionnait alors un grand nombre de géologues et de chimistes.

Volta, qui venait d'inventer l'eudiomètre pour découvrir la composition de l'air inflammable qui s'échappe du fond des marais, partant de ce principe que ce gaz provient d'une décomposition de matières végétales, était naturellement porté à croire que, partout où le carbure d'hydrogène nouvellement découvert par lui se rencontrait dans la nature, il fallait nécessairement supposer, près du dégagement, comme cause première du phénomène, la présence de substances organiques en voie de décomposition. Aussi toutes ses expériences, faites sur place, dans les Apennins, notamment à Pietra-Mala en 1780, pour déterminer la nature de ces effluves gazeuses qui donnent lieu aux terrains ardents, ont tendu vers ce but. Considérant son hypothèse comme une vérité démontrée, il affirma que, dans tous les points où se révèlent ces émanations, le sol renferme, à des profondeurs inconnues, d'anciens marécages, des tourbières, ou même des amas de houille enfouis depuis des siècles; dans le cas particulier des Apennins, il supposait qu'autrefois des portions importantes de la chaîne, s'étant éboulées, avaient recouvert de leurs débris, dans leur chute, des quantités prodigieuses de substances animales et végétales. L'air inflammable résultant alors de leur décomposition lente, accumulé dans de vastes cavités souterraines, s'écoulait maintenant par toutes les crevasses du sol fissuré.

Volta eut pour contradicteur passionné Spallanzani, l'éminent naturaliste que l'on sait. Lui aussi, dans le cours de son mémorable voyage aux Apennins, en 1789, vint consacrer plusieurs jours à l'étude des feux naturels de Barigazzo et de Bocca-Suolo, pour combattre la théorie de Volta par des observations précises sur le terrain, en se servant de moyens d'analyse chimique introduits récemment dans la science.

Installé dans une chambre de l'hôtellerie de Barigazzo, il reconnut, par une suite d'observations suivies, que l'activité et la hauteur des flammes augmentaient par les temps chauds et pluvieux, c'est-à-dire quand la pression atmosphérique diminuait. C'est de cette chambre, désormais célèbre, qu'est sortie cette idée également fausse, que le gaz imflammable n'était autre que de l'hydrogène libre mélangé d'une certaine quantité d'un liquide carburé très volatil. Ces deux grands adversaires ont donc laissé intacte la question, maintenant bien résolue, du mode d'origine de ces dégagements gazeux.

Sources de bitume. — Aucun de ces deux savants observateurs ne s'était préoccupé de l'existence des matières bitumineuses volatiles qui imprègnent le sol, sur le lieu du dégagement, et pourtant le bitume prend une large part dans les exhalaisons des salses. On connaît en Auvergne, au pied de la chaîne volcanique des puys, une source de bitume qui découle d'un ancien cône de scories, le *puy de la Poix*. Nous avons vu précédemment qu'au macaluba de Girgenti de larges flaques de bitume venaient par places flotter à la surface des lacs boueux.

Mer Morte. — Le lac Asphaltique ou mer Morte n'est lui-même qu'une immense salse, ainsi qu'en témoignent le degré de salure et la haute minéralisation de ses eaux, qui font de ce lac, le plus déprimé qu'on connaisse, une des masses d'eau les plus denses et les plus salées du globe. Etroitement resserrée entre la chaîne montagneuse de Judée et les monts Abarim, contreforts des hauts plateaux d'Ammon et de Moab, cette mer intérieure couvre de ses eaux denses et amères la partie la plus déprimée de ce vaste sillon, au fond duquel s'écoule le Jourdain.

L'eau de la mer Morte ne paraît pas, au premier abord, différer de celle de l'Océan, mais, si l'on y plonge la main, elle laisse une impression huileuse assez prononcée ; on sait que le corps humain n'y enfonce pas, même quand il conserve une immobilité complète. Ce fait, connu des anciens, a été vérifié par Vespasien, qui y faisait jeter des criminels solidement garottés.

Sa densité moyenne est, en effet, à la surface, de 1,162 et peut atteindre en certains points 1,250 [1]. Elle renferme deux fois plus de chlorure de sodium que la Méditerranée, avec une très forte proportion de chlorure et surtout de bromure de potassium.

M. Lartet, dans le cours de l'expédition du duc de Luynes à la mer Morte, en 1866, a pu constater que cette richesse extraordinaire en brome s'accroît régulièrement de la surface au fond, où elle atteint le chiffre énorme de $7^{gr},093$ par kilogramme

(1) Celle de l'Océan n'est que 1,027.

d'eau [1]. Par contre, l'iode, si caractéristique des eaux marines, fait ici complètement défaut.

Aucun être vivant ne vient animer cette nappe d'eau, qui doit aux phénomènes internes une composition qu'on ne saurait attribuer à la concentration séculaire d'une eau marine par évaporation. Pendant bien longtemps la mer Morte a servi de type aux lacs salés si répandus autour de la Caspienne, qu'on considérait autrefois comme autant de laisses d'une mer asiatique, qui se serait étendue de la mer d'Aral à la Caspienne, occupant ainsi le centre de l'ancien continent, divisé par suite en trois terres distinctes.

En réalité, le bassin de cette mer, dont le mode de formation par effondrement n'est pas douteux, rempli tout d'abord par les eaux de circulation superficielle, n'est autre qu'un ancien lac d'eau douce, dont la composition a été ultérieurement changée par des apports internes, sous l'influence de phénomènes volcaniques qui ont agité cette contrée à une époque relativement récente. Les grandes coulées de lave basaltique qui forment maintenant les hautes falaises de son rivage oriental, sillonnées encore, pour la plupart, de sources chaudes et de dégagements gazeux, en témoignent. Il est vraisemblable de penser que ces sources minérales, qui jaillissent sur les bords, se manifestent aussi dans le fond du bassin.

En plus de cette grande salure et de cette richesse en brome qui font de la mer Morte un *point singulier* à la surface du globe, cette nappe d'eau est encore le siège d'un phénomène qui vient aussi fournir une preuve éclatante à l'attribution que nous venons de faire de ce vaste bassin à une salse.

« Ce lac, raconte Strabon [1], est rempli d'asphalte qui, à des époques irrégulières, jaillit au milieu du lac. Des bulles viennent crever à la surface de l'eau, qui semble bouillir; la masse de l'asphalte retombe au-dessus de l'eau et présente l'image d'une colline. Il s'élève en même temps beaucoup de vapeurs fuligineuses qui, bien qu'invisibles, rouillent le cuivre et l'argent, et ternissent en général l'éclat de tout métal poli. Les habitants jugent que l'asphalte va monter à la surface lorsque les ustensiles de métal commencent à se rouiller. Ils se préparent alors à le recueillir au moyen de radeaux formés d'un assemblage de joncs. »

Strabon attribue ensuite à ces éruptions de bitume, qui n'ont pas d'époques fixes, une origine dépendant des feux souterrains dont le rôle important, bien que mal compris peut-être par les anciens, ne leur avait pas échappé.

---

(1) Louis Lartet. Exploration de la Palestine, *Annales des sciences géologiques*, t. I.

(2) Strabon, lib. XVI, cap. II.

« Cette contrée, ajoute-t-il plus loin, est travaillée par le feu; on en donne pour preuves certaines roches durcies et calcinées vers Moasada, les crevasses, une terre semblable à de la cendre, des *rochers qui distillent de la poix*, des *rivières bouillantes dont l'odeur fétide* se fait sentir au loin.... Des *tremblements de terre*, des *éruptions d'eaux chaudes bitumineuses et sulfureuses* auraient fait sortir le lac de ses limites, des rochers se seraient *couverts de flammes*, et c'est alors que treize villes auraient été englouties ou abandonnées de tous ceux qui purent fuir. »

La description de Strabon indique que cette salse a dû passer par des paroxysmes qui ne se reproduisent fort heureusement plus actuellement. Aujourd'hui, à diverses reprises, des masses considérables de bitume viennent encore flotter à la surface du lac, qui les rejette sur ses bords; leurs débris (1), très répandus sur les plages du rivage occidental, sont recueillis par les Arabes. Son origine interne n'est pas douteuse, et il en est de même pour nombreuses sources de bitume qui s'alignent sur le rivage occidental du lac (2).

Dégagements d'hydrocarbures; sources de pétrole. — Des salses aux sources pétrolifères, qui représentent également

(1) C'est à cette circonstance que la mer Morte doit son nom bien justifié de lac Asphaltique; la densité de cet asphalte, dur et cassant, étant de 1,140, lui permet de flotter sur une eau dont la densité moyenne est, comme nous l'avons dit précédemment, de 1,162 à la surface.

(2) Ces gîtes sont alignés d'une façon remarquable le long de la ligne de dislocation du bassin. Le plus méridional est celui de waddy Mahawat, près du jebel Usdom, où l'on voit le bitume découler des calcaires asphaltiques sous forme de stalactites noires, et transformer, dans son voisinage, les alluvions anciennes en poudingues bitumineux: puis vient celui de waddy Sebbeh, près de Masada, où l'asphalte dur et brillant remplit les cavités de calcaire dolomitique; au nord de ce deuxième gisement, au Ras-Mersed, où se dégagent de la mer de fortes émanations d'hydrogène sulfuré, il existe également des traces d'infiltrations bitumineuses, et, à l'entrée d'une grotte voisine de ce point et que doivent envahir les hautes eaux, nous avons vu un tuf salin fortement imprégné de matières bitumineuses qui semblent indiquer le voisinage d'une source sous-marine bitumineuse; enfin, au nord-est de la mer Morte, se trouve le grand amas lenticulaire de calcaire asphaltique de Nebi-Musa, et nous croyons avoir observé les mêmes roches dans le voisinage d'Aïn Feschkah, sur les bords de la mer Morte. Sur le prolongement de cet alignement se trouvent, près de Tibériade, des sources chaudes qui, d'après M. Hebard, émergeraient au milieu d'un calcaire bitumineux et renfermant du brome ainsi qu'une matière organique. Sur la même direction se trouvent les calcaires asphaltiques de l'Anti-Liban, dont nous avons déjà parlé, au milieu desquels on a autrefois cherché l'asphalte au moyen d'une vingtaine de puits, à Bir el Hamman, près de Hasbeya. (Louis Lartet, *loc. cit.*, p. 420.)

une des manifestations les mieux caractérisées d'une activité interne à son déclin, la transition se fait par des passages insensibles. Très souvent, en effet, les mélanges gazeux des salses, caractérisés, comme nous venons de le voir, par la prédominance du gaz des marais, qu'on ne saurait attribuer à la fermentation paludéenne de matières animales ou végétales, sont imprégnés de vapeurs de carbures liquides, de la formule $C^{2n} H^{2n+2}$, dont on sent l'odeur sur le lieu même du dégagement et qui occasionnent souvent dans le voisinage de véritables sources de pétrole. Le fait se produit dans les Apennins, et nous avons vu qu'à Sassuno la présence de l'hydrure d'éthyle (C^4H^6) établissait un lien de composition entre les dégagements des terrains ardents et ceux, plus carburés, des sources pétrolifères.

Ces sources d'huile minérale (*oil springs*) sont très répandues dans toute cette région de l'Amérique du Nord, désignée maintenant sous le nom de *Pétrolie,* et qui s'étend depuis la presqu'île du haut Canada jusqu'à la vallée du Kanawha (Virginie occidentale) en passant par le lac Erié, près duquel se trouve le célèbre gîte d'*oil creek,* en Pensylvanie.

Les nappes pétrolifères imprègnent là, à des profondeurs diverses, des roches poreuses, arénacées ou schisteuses (*soapstone*) appartenant soit au dévonien, soit au silurien, audessous desquelles il ne peut y avoir des gisements assez étendus de combustibles, pour suffire à la distillation du pétrole, comme le voudraient certaines théories qui ne voient, dans ces dégagements d'hydrocarbures, qu'une tardive expansion de la puissance renfermée dans des produits résultant de la décomposition de substances végétales enfouies. Les sources pétrolifères émergent d'ailleurs sur le trajet de grandes fissures, évidemment dues aux grands mouvements de l'écorce terrestre qui ont présidé au relief si accidenté de cette partie de l'Amérique septentrionale.

En beaucoup de points, la sortie du pétrole a été favorisée par des forages artificiels. Dans tous ces puits artésiens, qui ne descendent guère au-dessous de 600^m, on a remarqué que la volatilité de l'huile minérale augmente avec la profondeur, de telle sorte qu'à une certaine distance on ne rencontre plus que des gaz carburés.

C'est le cas du célèbre gîte de *Pionner-Run,* dans le comté de Venanzo en Pensylvanie. Au moyen d'un artifice bien connu des sondeurs américains, sous le nom de *Seed-Bag,* on opère dans ces puits artésiens (*Flowing wells*) une séparation, qui permet d'obtenir, dans des conduits distincts, le pétrole et le mélange gazeux qui l'accompagne.

Ces gaz, recueillis en 1866 par M. Foncon et analysés par M. Fouqué dans le laboratoire du Collège de France, ont présenté

ce fait intéressant que leur composition chimique variait, avec la profondeur des puits et leur température, à l'orifice de sortie. A des différences de quelques mètres, en profondeur, et d'un degré seulement pour la température, correspond une diminution dans le degré de carburation du mélange gazeux, avec un accroissement notable dans la proportion d'acide carbonique : ainsi se vérifie ce fait, déjà reconnu dans les dégagements gazeux de la Sicile et de l'Italie, que la complexité des carbures d'hydrogène des évents naturels augmente à mesure que la température de ces gaz s'abaisse à leur orifice de sortie.

Les gaz naturels, qui s'échappent des sources pétrolifères de *Fredonia*, sur les rives de Canadaway-Creek, ne sont plus composés que d'un mélange, à parties égales, de gaz de marais et d'hydrure d'éthyle. Enfin il en est de même pour ceux qui, à *Petrolia*, sur les rives du Bear-Creek, font jaillir, par intermittences assez rapprochées, à une grande hauteur au-dessus du sol, des gerbes de pétrole, à la manière d'un véritable geyser. Quand on tamponne fortement l'orifice de sortie, on entend un bruit souterrain, en tout point comparable à celui d'un train, lancé à toute vitesse, qui arrive dans le lointain.

Le minimum de carburation s'observe dans les dégagements gazeux de Roger's Gulch et de Burning Springs qui ne contiennent plus d'autre élément combustible que le gaz des marais, avec des proportions diverses d'acide carbonique (15,86 pour 100 dans celui de Roger's Gulch) et d'azote libre.

Ces puits de pétrole de Roger's Gulch sont alignés, dans la Virginie occidentale, sur le trajet d'une grande fracture orientée nord-sud, 15° est, qui a provoqué le redressement des strates dévoniennes presque à angle droit, en portant à plusieurs centaines de mètres de hauteur, sur la lèvre de la faille relevée, les schistes carbonifères qui les recouvrent.

Les dégagements gazeux de Burning Springs sortent, en bouillonnant, de sources sulfureuses issues des grès et conglomérats siluriens du groupe de Médina (grès *à Lingulella cuneata*) [1].

Les sources pétrolifères de la Birmanie n'ont pas d'autre origine. Leurs relations avec celles, également si nombreuses, de l'Assyrie sont encore motivées par ce fait que tous ces dégagements hydrocarburés sont espacés sur une grande ligne de fracture qui, traversant l'Asie centrale et orientale, vient aboutir au Caucase.

---

[1] Les documents relatifs à ces divers gîtes pétrolifères de l'Amérique du Nord sont extraits des Mémoires publiés par MM. Foncon et Fouqué, *Sur les gisements de gaz hydrocarbonés de l'Amérique du Nord* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXVII, p. 1041 et suiv.).

Salses et terrains ardents du Caucase. — A ses deux extrémités, la chaîne du Caucase, située, comme celle des Pyrénées, sur un étranglement des terres entre deux bassins maritimes, se prolonge par deux péninsules basses, couvertes de salses et de terrains ardents, qui peuvent compter parmi les plus remarquables qui soient sur la terre. Toutes ces salses se distinguent par leurs grandes dimensions, et surtout aussi par leur activité. Pallas, qui les a décrites le premier, les présente comme réunissant, dans leurs manifestations, tous les phénomènes que nous venons de décrire dans les salses des Apennins et celles de l'Amérique du Nord; dans le voisinage des volcans boueux se rencontrent, avec des dégagements naturels des gaz hydrocarbonés, des sources pétrolifères d'une activité telle qu'aucune autre région ne peut leur être comparée.

Ces mêmes salses, avec des sources de pétrole non moins considérables, accompagnées de sources thermales qui se signalent par leur abondance exceptionnelle, se rencontrent également disposées symétriquement des deux côtés de cette grande chaîne, sur deux lignes parallèles épousant sa direction.

Tous ces dégagements témoignent d'une activité volcanique qui, dans cette région, a dû être considérable, si l'on en juge par l'Elbrouz, ce géant du Caucase, dont le cratère était encore actif à cette époque, relativement récente, où la mer Noire, réunie à la Caspienne par le détroit de Manêtch, formait une vaste et profonde dépression, presque aussi étendue que la Méditerranée actuelle.

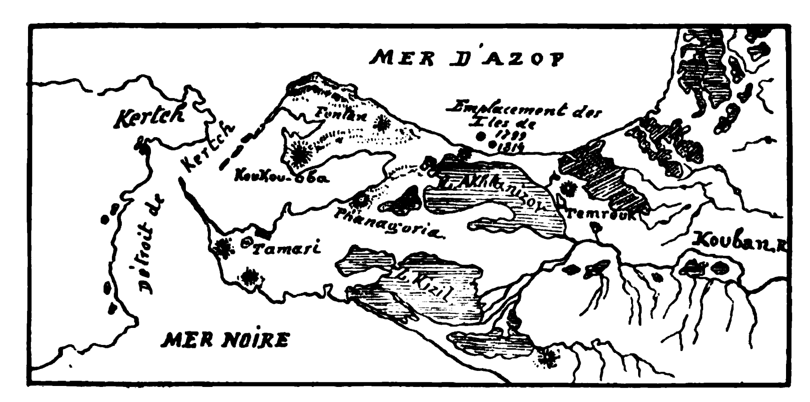


Fig. 31. — Péninsule de Taman.

Péninsule de Taman. — La première de ces péninsules, à l'ouest, celle de Taman (*fig.* 31), parsemée de marécages et d'étangs partiels (étangs d'Akhtanizov au nord-est et de Kizil au sud-ouest), occasionnés par les crues du Kouban, qui, changeant de lit à de nombreuses reprises, vient déverser ses

eaux torrentielles, tantôt dans la mer Noire, tantôt dans celle d'Azof, supporte cinq groupes de salses, alignés sur le prolongement de la chaîne, qui offrent tous les phénomènes intermédiaires entre les suintements de boue et les explosions volcaniques. Des cavités fangeuses, des volcans de boue, répandus, par centaines, sur le pourtour de cette péninsule, ont pour caractère de se déplacer constamment.

Un des plus connus parmi ces volcans de boue, le *Koukou-Oba* (*fig.* 32) (colline bleue), qui se dresse sur un cap élevé à



Fig. 32. — Le *Koukou-Oba* (volcan de boue de la péninsule de Taman).

l'entrée du Bosphore, est devenu célèbre par la description qu'en a donnée Homère, qui plaçait dans la presqu'île de Taman l'extrémité du domaine de Neptune. Au delà se trouvaient les bouches de l'Enfer, idée bien justifiée par la grande activité du volcan gazeux d'Obou, qui projetait alors, avec des gaz méphitiques, des pierres, accompagnées de flammes s'élevant à une grande hauteur.

Après un long repos, qui permit à Strabon de décrire ce volcan comme un immense tumulus, élevé en l'honneur de Satyrus Ier, roi du Bosphore, le Koukou-Oba, entre de nouveau en éruption pendant l'hiver de 1794 (27 février). De violentes

secousses, accompagnées de bruits souterrains, comparables au bruit du tonnerre grondant dans le lointain, furent les signes précurseurs d'une violente explosion, qui fut suivie presque immédiatement d'un jet de flamme haut de 15m, sur plus de 10m de large. Cette immense colonne de feu, visible du Kouban, persista pendant près d'une heure, au dire des Cosaques témoins oculaires du phénomène. Pendant de longs mois, des jets de boue incessamment lancés, avec des pierrailles, à des hauteurs de plusieurs mètres, furent accompagnés de torrents de boue, dont les coulées encore visibles, épaisses de plus d'un mètre, se répandirent dans la plaine, sur une étendue de plusieurs lieues (1).

Non loin de là, situé, de même, sur une falaise élevée, près du *Khouter-Kalouzof*, un immense cratère-lac, que sa grande régularité a fait décrire comme une *Naumachie*, destinée à donner des combats maritimes, vomissait en 1837, alors que Dubois de Montpéreux explorait la péninsule de Taman (2), des torrents de boue et de bitume qui retombaient en cascade sur le rivage. A cette date, *Phanagoria*, aujourd'hui reliée à la péninsule, formait, dans le golfe de Taman, une île couverte de volcans de boue qui se signalaient par leurs explosions violentes (3).

Il en a été de même pour l'île de *Fontan*, qui n'est venue se souder dans le nord, à l'extrémité orientale de la péninsule, que tardivement, à la suite d'une longue série de coulées boueuses, chargées de bitume.

La péninsule de Taman doit ainsi son relief et sa forme actuelle, bien différente de ce qu'elle était à cette époque ancienne, où les *Kimméridiens* d'Homère et d'Hérodote l'habitaient, à l'activité d'un grand nombre de salses aujourd'hui en partie éteintes.

La plupart des îles, qui parsèment la mer d'Azof, n'ont pas d'autre origine. Elle aussi a vu surgir, au-dessus de ses flots, des îles de boue fumantes, hautes parfois de 100m à 150m, qui, en raison de leur peu de stabilité, ont été bientôt condamnées à disparaître. Tel a été le sort des îlots qui, en septembre 1799 et plus tard en mai 1814, apparurent presque

(1) La contenance d'un de ces courants a pu être évaluée à 650 000mc (ANSTED, *Intellectued observer*, janvier 1866).

(2) F. DUBOIS DE MONTPÉREUX, *Voyage autour du Caucase*, t. V, 1848.

(3) L'un d'eux s'est déclaré en 1818, au centre d'un tertre, où s'élevait autrefois le temple de *Diane agrotère*, ainsi qu'en témoigne une inscription, recueillie par fragments, dispersés au milieu d'une coulée de boue qui raconte, comme suit, l'histoire de cet antique édifice :

« Xénoclides Posios a érigé un temple à Diane agrotère sous Parisiades, fils de Leucon, archonte du Bosphore et de Theudosie, et roi des Sindes des Torètes et des Dandariens. »

subitement et disparurent avec la même rapidité, à moins d'une lieue du rivage, dans le voisinage de la ville de Temrouk ([1]).

Péninsule de Kertche. — Plus à l'ouest, l'étroite péninsule de Kertche, projetée par les monts de Crimée, en avant de celle de Taman, dont elle est à peine séparée pai le Bosphore, très rétréci en ce point, formée, en son entier, par des marnes argileuses tertiaires, était toute préparée pour recevoir des volcans de boue.

Ils sont là, en effet, répandus en nombre encore considérable, dans le prolongement immédiat de ceux de Taman, et prennent leur maximum d'activité sur la pointe avancée d'*Yeni-Kaleh* où de nombreuses sources de pétrole jaillissent en tous points du sol fissuré, à ce point que, par place, il tremble sous les pas ([2]).

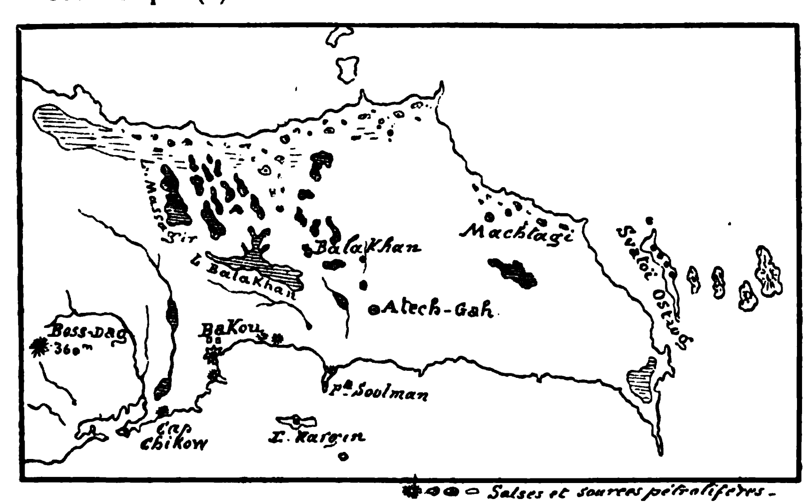


Fig. 33. — Péninsule d'Apchéron.

Péninsule d'Apchéron. — A l'extrémité orientale du Caucase, la péninsule d'Apchéron (*fig.* 33), tout entière de formation volcanique, n'est pas moins bien partagée. Elle aussi doit son relief, très accidenté, aux émissions des salses, et voit dans ses dépressions s'établir des marécages fangeux, plus nombreux, mais moins étendus que ceux de Taman. Elle se prolonge de même, au loin, dans la Caspienne par des buttes d'argile qui constituent tout autant d'îlots, dont les cratères terminaux, dans leur période d'activité, rejettent des pierres qui viennent

([1]) VON BAER, *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. V, 1863.

([2]) DUBOIS DE MONTPÉREUX, *loc. cit.*, p. 239.

parfois retomber sur le continent. L'une d'elles, Koumani, a surgi du fond de l'eau en 1864. La plus active est celle de Lozî; en 1876, ses explosions ont occasionné une véritable pluie de pierres et de menus fragments de boue solidifiée qui se sont répandus sur le cap Alat (1).

Dans toute l'étendue de cette région, devenue la contrée classique du naphte, les salses se signalent surtout par l'abondance des dégagements de gaz hydrocarbonés (2). Dans la province de Schirvan, au voisinage de Bakou, la *cité du naphte*, le sol en est à ce point imprégné qu'il suffit de le percer, à une faible profondeur, pour donner passage au gaz inflammable. Une simple étincelle allume un incendie qui se communique à toutes les autres crevasses avec la rapidité de l'éclair, et se continue ainsi jusqu'à ce qu'une violente tempête ou une forte pluie vienne l'éteindre. Ces flammes, vacillantes et bleuâtres, à la manière des feux follets, s'élèvent en hautes spirales, ou d'autrefois s'abaissent en couvrant le sol qui paraît éclairé d'une lueur éthérée. L'herbe sèche qui recouvre le sol ne prend jamais feu, et le voyageur qui se trouve au sein même de ce merveilleux incendie n'éprouve aucune sensation de chaleur.

Au milieu même de la mer, près du cap de Chikhov, au sud de Bakou, les jets de gaz inflammables s'effectuent avec une telle violence que l'eau tourbillonne au point d'entraîner les barques qui s'aventurent dans ces parages dangereux (3). Des étoupes enflammées, jetées sur la mer aux points où elle semble ainsi soumise à une violente ébullition, allument aussitôt un incendie qui se propage sur une étendue d'une quarantaine de mètres et ne s'éteint que quand un vent impétueux vient à souffler.

Le foyer principal de ces dégagements gazeux se trouve, au voisinage de Sourakhan, au lieu dit « Atech-Gah », dans le nord-est de Bakou. Sur un espace de plus de deux lieues carrées, le sol fissuré de toutes parts livre passage à tous ces dégagements que le moindre accident peut enflammer. C'est là que les « Parsis », disciples modernes de Zoroastre,

---

(1) LISSENKO, *Russisch Revue*, n° 10, 1879.

(2) Les sept cents puits de naphte creusés dans la région de Bakou fournissent annuellement 320000000^{kg} de pétrole en moyenne. En s'élevant ainsi d'une profondeur qui ne dépasse guère 80^m ou 100^m, le pétrole, accumulé dans des couches gréseuses intercalées dans des marnes tertiaires, entraîne avec lui des quantités de sables qui s'accumulent autour de l'orifice et finissent par former des monticules coniques de 15^m de hauteur. (LISSENKO, *El. Reclus, l'Asie russe*, p. 204.)

(3) ABICH, *Geogr. Obchtchstra*, t. VI, 1864; MOYNET, *Voyage au littoral de la mer Caspienne* (*Tour du monde*, n° 8, 1870).

ont trouvé le feu perpétuel pour lequel la nature a tout fait, et qu'ils n'avaient pas besoin d'entretenir. A l'heure présente, *le temple du feu* n'est plus qu'un simple réduit, livré à tous les cultes et maintenu, par tolérance, dans un coin d'une vaste usine qui sert à la préparation de l'huile de naphte et du bitume, et qu'alimentent directement les gaz combustibles, aménagés pour pouvoir être utilisés pour le chauffage, l'éclairage et même la cuisson du calcaire dans les fours à chaux installés dans le voisinage de ce grand laboratoire naturel.

Mofettes. — Dans ces émanations gazeuses hydrocarbonées qui sont déjà le signe d'une activité volcanique à son déclin, quand la température s'abaisse, au point de ne plus dépasser celle de l'air ambiant, l'acide carbonique persiste seul, avec la vapeur d'eau. Ce gaz, qui s'échappe alors, en abondance, de toutes les fissures du sol, tapisse des grottes et remplit les dépressions de ses émanations délétères, en donnant lieu aux *mofettes.* Telles sont celles qui, nombreuses, se présentent en Auvergne, dans la région des *Puys,* principalement aux environs de Clermont et de la station thermale bien connue de Royat. Elles abondent également dans le Vivarais, où elles témoignent d'une activité qui a dû être considérable autrefois, si l'on en juge par les grandes coulées basaltiques qui donnent lieu, dans leur voisinage, aux orgues d'Espaly et de la Croix de Paille. Sur la rive gauche du Rhin, dans l'Eifel, on les compte également par milliers au voisinage du lac de Laach, un des plus célèbres cratères-lacs de la région des *Maars,* où elles remplissent de petites grottes et des cavités bien abritées.

La célèbre « vallée de Mort », à Java, où le sol est jonché de squelettes d'animaux qui se sont laissé surprendre par ces émanations, n'est autre qu'un ancien cratère, maintenant rempli, presque jusqu'au bord, par l'acide carbonique qui se dégage par torrents de toutes les fissures de cette plaine de laves, depuis longtemps consolidée.

Telles étaient autrefois les conditions, dans les champs phlégréens, des lacs Avernes, « sans oiseaux », considérés autrefois comme autant de portes du Tartare, par où les divinités infernales attiraient les âmes sur les bords de l'Achéron [1]; ils émettaient alors de telles quantités d'acide carbonique que les oiseaux, surpris dans leur vol au-dessus de ces parages dangereux, tombaient, comme foudroyés, sur le sol de ces cratères que remplissent maintenant les eaux d'infiltration pluviale.

A l'heure présente, au voisinage du Vésuve, près du lac d'Agnano, ces dégagements d'acide carbonique persistent, comme on sait, dans la fameuse grotte dite du Chien. L'acide

(1) Lucrèce, liv. VI.

carbonique, qui s'échappe là par de nombreuses fissures, au niveau du sol, tapisse le fond de la grotte d'une couche dense, épaisse de moins de 1^m, qui parfois se répand au dehors, à la manière d'un véritable courant, qu'on peut suivre et reconnaître à une assez grande distance, par les temps calmes, en y portant des torches enflammées qui s'éteignent subitement. La Grotte du Chien a son grand-prêtre; un guide a la barbarie d'entraîner là de pauvres chiens pour les faire haleter et s'évanouir au pied des visiteurs, qui viennent nombreux assister à ce triste spectacle.

Ch. Sainte-Claire Deville a fait, sur ce point, en janvier 1862, une observation remarquable; surpris de voir les orifices, où se font habituellement les dégagements d'acide carbonique, tapissés par de petits dépôts de soufre, il constata que la température, qui habituellement ne dépasse guère 16° à 18°, s'élevait alors dans chacun d'eux à 30°, et que le mélange gazeux qui s'effectuait alors contenait de l'acide sulfhydrique. Il a trouvé là une nouvelle vérification de la loi qu'il venait d'établir entre les variations qui s'établissent entre la composition des fumerolles et leur température, dans ces dégagements carbonés qui représentent, ainsi que nous l'avons dit en commençant, le *dernier acte* des manifestations volcaniques.

III.

LES LAVES.

Les laves sont de beaucoup, parmi les produits volcaniques, ceux qui peuvent être considérés comme les plus importants. Sous ce nom viennent, en effet, se ranger toutes ces matières fondues rejetées par les volcans par millions de mètres cubes, sous la forme de courants liquides, dans les conditions que nous avons décrites, ou bien projetées dans les airs, à l'état de cendres, de scories et de blocs, dont les dimensions peuvent être considérables.

Cette dénomination ne s'applique donc pas à une roche de composition déterminée, mais bien à tout un ensemble de masses minérales complexes, issues des volcans par voie de fusion ignée, qui peuvent présenter dans leur texture, leur densité et leur composition minéralogique, de grandes variations.

Toutes, en raison de cette origine commune, possèdent un certain nombre de caractères constants qui permettent de les rapprocher.

Le premier et le plus important, c'est la présence dans leur masse, quand elles sont devenues solides, de parties restées à l'état vitreux, qui ne sont autres qu'un reste du magma primitif, antérieur à toute séparation de composés minéraux. Le second, c'est l'existence également constante de petites cavités bulleuses, plus ou moins développées, provenant de l'expansion des gaz qu'elles charriaient alors qu'elles étaient encore à l'état de fluide igné.

Mais, à côté de ces traits saillants de ressemblance, les laves offrent entre elles des divergences profondes, qui tiennent surtout aux variations qu'elles présentent dans leur composition chimique. Un petit nombre d'éléments simples à divers états d'oxygénation, l'alumine, la soude, la potasse, la magnésie, la chaux et le fer, combinés à l'état de silicates, suffisent à eux seuls pour constituer toutes les masses laviques issues des volcans.

La proportion plus ou moins grande de silice, qui joue ainsi dans ces roches volcaniques le rôle d'acide, influe à ce point sur leur coloration, leur densité, sur la nature des éléments cristallins qui en font partie, qu'on a pu les diviser en deux grands groupes, les *laves acides* ou *légères* et les *laves basiques* ou *lourdes;* les premières, caractérisées par un excès de silice, c'est-à-dire par une teneur en silice supérieure à celle qui

convient à l'orthose (65 à 66 pour 100), sont pauvres en chaux, en magnésie, en oxydes ferrugineux et riches en soude et en potasse; les secondes, ne contenant plus qu'une proportion de silice voisine de celle des silicates plus basiques, c'est-à-dire comprise entre 40 et 55 pour 100, renferment plus de chaux, de magnésie que de potasse et de soude et contiennent en outre une forte proportion d'éléments ferrugineux (*fer oxydulé*) qui leur communiquent leur propriété magnétique, leur coloration noire, ainsi qu'une grande densité (2,95 à 3,10).

Toutes arrivent au jour avec une provision de cristaux tout formés dont les contours sont souvent assez nets et les dimen-



Fig. 34. — Microlithes feldspathiques.

sions assez grandes pour pouvoir être discernés à l'œil nu, ou simplement armé de la loupe. La matière lavique, qui cimente tous ces minéraux disséminés ou agrégés par quantités variables, d'apparence homogène et longtemps considérée comme dépourvue de toute trace de cristallinité, se résout elle-même, sous le microscope, à un grossissement suffisant, en un riche tissu de minéraux divers, que leurs formes réduites ont fait dénommer *microlithes* (*fig.* 34).

La découverte de ces cristaux microscopiques, nés ainsi au sein de la masse vitreuse des roches volcaniques pendant l'acte de consolidation de la lave, et dont l'existence n'était même pas soupçonnée avant l'application du microscope à la pétrographie, a été une des conquêtes les plus importantes de la micrographie moderne. Le développement de la cristal-

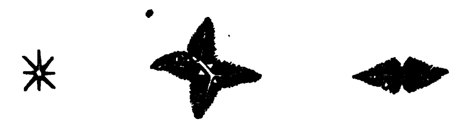


Fig. 35. — Cristallites.

linité dans une substance amorphe étant, en effet, un des problèmes qui depuis longtemps préoccupaient les minéralogistes. L'emploi des forts grossissements a révélé, dans ces parties vitreuses des laves, toute une catégorie de formes élémentaires (*cristallites*) (*fig.* 35) fort intéressantes, établissant tous les passages entre l'état amorphe et l'état cristallin.

Le microscope a été plus loin dans cette détermination

exacte des éléments intégrants des laves [1]; il a fourni des données précises sur leurs associations, sur leur mode d'agencement, en montrant que la cristallinité de ces minéraux divers ne s'était pas faite simultanément, mais s'était opérée en plusieurs temps dans chacun desquels la cristallisation a affecté des caractères particuliers dont on peut suivre toutes les phases.

Les *grands cristaux*, distincts à l'œil nu, appartiennent à un premier stade de consolidation qui s'est opéré, dans les profondeurs du sol, antérieurement à l'épanchement de la lave, dans des conditions de tranquillité et de refroidissement très lent, qui leur ont permis de prendre, avec de grandes dimensions, une structure le plus souvent zonaire, dénotant un accroissement lent et régulier.

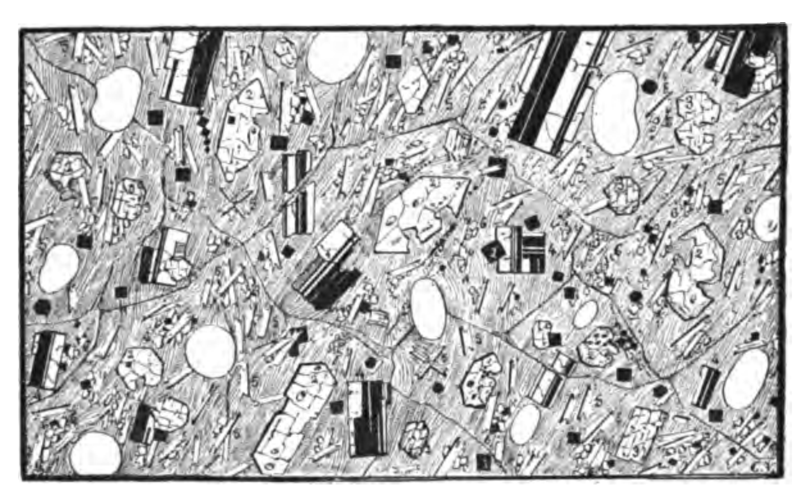


Fig. 36. — Lave vitreuse à labrador. (Ile de la Réunion). Coulée de 1874.

I. *Éléments de première consolidation.* — 1, fer oxydulé. — 2, péridot. — 3, augite. — 4, anorthite.

II. *Éléments de seconde consolidation.* — 5, microlithes de labrador. — 6, granules d'augite et de fer oxydulé, disséminés dans une matière amorphe à structure fluidale.

A cette époque calme a succédé une période troublée, et de refroidissement plus rapide, correspondant à l'éruption, pendant laquelle ces cristaux précédemment formés, charriés dans la lave liquide portée à l'incandescence, ont été soumis à des actions mécaniques et chimiques intenses.

---

(1) Fouqué et Michel Lévy, *Minéralogie micrographique.* — Fouqué, *Les applications modernes du microscope à la Géologie* (*Revue des Deux-Mondes*, 1879).

L'analyse microscopique les montre, en effet, tordus, brisés, dispersés souvent, par fragments, au milieu de la masse lavique qui les renferme; leurs arêtes émoussées, des traces de corrosions souvent profondes, témoignent de l'intervention d'une température élevée, susceptible de les avoir soumis à une fusion partielle.

C'est alors que s'est produite la seconde poussée cristalline; dans la masse vitreuse qui enveloppe tous ces cristaux anciens, en débris, les microlithes fourmillent et se disposent suivant des directions déterminées, autour des éléments de première consolidation, pénétrant dans leurs cassures, s'allongeant, dans leurs intervalles, sous forme de longues traînées fluidales, où ils se réunissent parfois en nombre si considérable, qu'il ne reste plus trace du magma vitreux primitif.

La petitesse extrême de ces éléments de seconde consolidation, indice d'un arrêt souvent subit dans la cristallisation, par suite du brusque refroidissement de la coulée, leur disposition par longues traînées, manifestement orientées dans le sens de l'écoulement de la lave, témoignent qu'ils ont pris naissance dans un liquide en mouvement.

Leur formation, contemporaine de l'épanchement de la lave, est encore attestée par ce fait que, dans les parties superficielles des coulées, dont la consolidation a été rapide, ces microlithes sont rares, clairsemés, réduits à l'état de cristallites et font même parfois défaut.

L'état amorphe que conservent, après leur chute, les projections, qu'on sait être rapidement solidifiées, par suite de leur brusque refroidissement dans l'air, en est encore une preuve des plus directes.

Dans chacun de ces stades de consolidation, la cristallisation a affecté des caractères particuliers; l'agencement des minéraux s'y est surtout effectué diversement.

Tel minéral ne s'isole à l'état de cristaux que dans le premier stade, tel autre n'apparaît que dans le second. Le péridot, par exemple, qui prédomine dans les laves basiques, ne s'y présente qu'à l'état de grands cristaux anciens, en débris, autour desquels sont venus se grouper les éléments microlithiques du second temps.

Il en est de même pour la leucite, qui, dans certaines laves du Vésuve (*leucitite*) (*fig.* 37), où elle abonde au point de se substituer au feldspath en devenant l'élément caractéristique, a manifestement cristallisé antérieurement aux minéraux qui l'accompagnent dans le second temps.

Ceux qui se présentent dans les deux cas affectent des particularités de structure propres à chacun des deux stades de consolidation qui permettent de les distinguer. Tels sont les feldspaths, qui à l'état de grands cristaux, sont développés

suivant la face g^1; tandis que leurs microlithes sont allongés suivant l'arête pg^1.

Enfin on a pu faire encore cette remarque que, dans chacun de ces deux stades, les espèces minérales ne cristallisaient pas rigoureusement au même instant et qu'elles apparaissaient dans l'ordre inverse de leurs fusibilités respectives. C'est ainsi que les éléments feldspathiques sont le plus souvent moulés par les cristaux de pyroxène (augite), qui trahissent bien ainsi leur postériorité.

Quand le labrador se sépare à l'état de grands cristaux dans le premier stade, c'est l'oligoclase qui prend la forme microlithique dans le second; dans le cas de l'anorthite en grands cristaux, on reconnaît dans la lave qui les contient des microlithes de labrador.

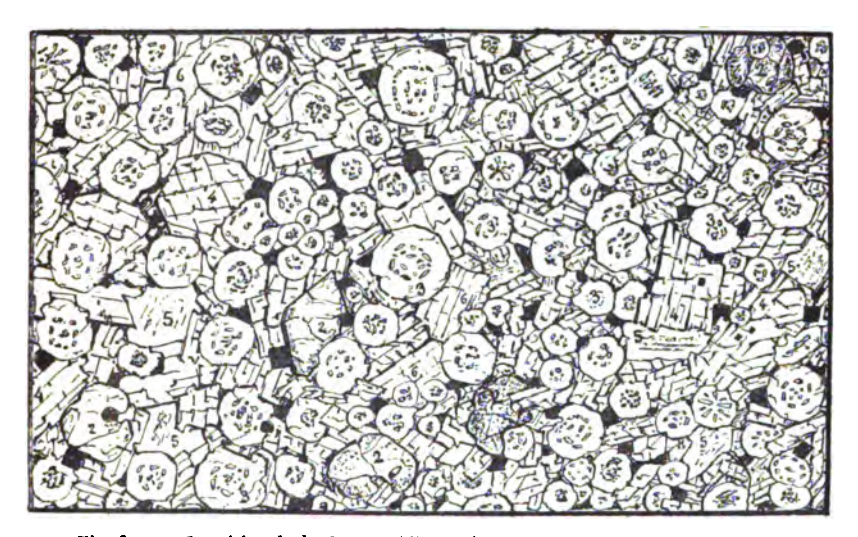


Fig. 37. — *Leucitite de la Somma* (Vésuve). Cette lave représente le terme le plus basique de la série des laves.

I. *Éléments de première consolidation.* — 1, magnétite. — 2, péridot. — 3, leucite. — 4, augite.

II. *Éléments de seconde consolidation.* — 5, microlithes d'augite et de fer oxydulé. — 6, mélilite.

En résumé, les laves, considérées pendant bien longtemps comme des roches *pseudo-ignées*, dans la formation desquelles l'action de la vapeur d'eau, qui accompagne avec une constance remarquable toutes les manifestations volcaniques, venait se combiner à celle de la chaleur, se comportent comme devant leur origine à l'action exclusive d'une fusion ignée suivie d'un lent refroidissement, sans l'intervention de pressions ni de températures excessives, et surtout sans qu'il

soit besoin d'un repos absolu, condition jadis considérée comme indispensable à toute cristallisation régulière.

Reproduction artificielle des roches volcaniques. — Ces conclusions, déduites de l'observation microscopique pure, ont conduit MM. Fouqué et Michel Lévy à entreprendre une série d'expériences synthétiques qui sont venues, récemment, leur apporter une éclatante confirmation; des creusets de ce laboratoire, désormais célèbre, sont sorties, en effet, des roches à éléments cristallins identiques à celles qui s'élaborent dans les immenses foyers souterrains du Vésuve et de l'Etna.

Il a suffi à ces savants expérimentateurs de soumettre, dans des creusets de platine de 20^{cc} de capacité, des verres parfaitement homogènes, constitués de façon à présenter en bloc la composition moyenne de la roche dont on tentait la reproduction, à des températures successivement décroissantes, pour obtenir, par voie de fusion purement ignée, des produits artificiels présentant, non seulement les mêmes éléments cristallins, mais la même structure que les roches volcaniques.

Nous citerons, comme exemple de ces expériences remarquables, le dispositif employé pour la reproduction d'une lave à leucite, la *leucotéphrite*, qu'on peut considérer comme le type normal de celles habituellement rejetées par le Vésuve. Une première opération consiste à fondre, en un verre homogène, les quantités de silice, d'alumine, de potasse, de soude, de magnésie, de chaux et d'oxyde de fer, qui correspondent à 1 partie d'augite, 4 de labrador, et 8 de leucite. Le culot ainsi obtenu est maintenu d'abord, pendant quarante-huit heures, au rouge blanc dans un creuset porté à la température de la fusion de l'acier; les éléments de la leucite s'isolent et passent à l'état cristallin.

Puis, dans un second temps, la matière est maintenue, de nouveau pendant quarante-huit heures au rouge-cerise, c'est-à-dire à la température de fusion du cuivre, où l'acier se ramollit seulement; tout le culot se prend alors en une masse cristalline.

Ce culot définitif, après son double recuit, taillé en lames minces, montre sous le microscope, dans les proportions attendues, l'augite en petits microlithes verts allongés suivant $h^1 g^1$; le labrador en grands microlithes, maclés suivant la loi de l'albite, et allongés parallèlement à l'arête pg^1. La leucite se présente de même avec tous les caractères et toutes les propriétés optiques qu'elle possède dans les laves du Vésuve. Il s'est produit là aussi de petits octaèdres réguliers de fer oxydulé et de picotite, dont la consolidation est en partie antérieure à celle de la leucite, comme dans les roches naturelles.

Non seulement les leucotéphrites, mais les leucitites, c'est-

à-dire les laves dépourvues d'éléments feldspathiques qui représentent le terme le plus basique de la série lavique, ont été reproduites intégralement par voie de fusion sèche.

Il en a été de même pour le *basalte*, qui a été obtenu identique à celui des plateaux de l'Auvergne, en traitant de la même façon un verre noir parfaitement homogène, constitué de manière à présenter la composition moyenne d'un basalte riche en olivine (6 d'olivine, 2 d'augite, 6 de labrador).

La première phase de l'opération, qui représente bien le premier temps de consolidation des roches, a fourni de nombreux cristaux de péridot, englobés dans un magma vitreux où avaient pris naissance, dans le même temps, des octaèdres de fer oxydulé et de picotite d'un diamètre moyen de $0^{mm},02$. La seconde partie de l'opération, à une température moindre, a produit de nombreux microlithes de labrador ($0^{mm},15$ sur $0^{m},03$) allongés suivant $p\,g^1$ et présentant les mâcles caractéristiques, associés à des microlithes raccourcis d'augite ($0^{mm},05$ sur $0^{mm},025$) et de fer oxydulé, avec picotite ($0^{mm},005$) transparente et d'un brun foncé.

Cette expérience, désormais classique, résout définitivement la question de l'origine des basaltes, si souvent controversée : ce sont des roches de formation purement ignée.

Le feldspath dans certaines roches éruptives anciennes, très répandues dans les Pyrénées, où elles sont connues sous le nom d'*ophites*, apparaît moulé et souvent englobé par des plages très étendues de pyroxène (augite) qui trahit bien ainsi sa consolidation postérieure à l'élément feldspathique. Cette disposition très remarquable, reconnue pour la première fois et désignée par M. Michel Lévy sous le nom de *structure ophitique*, se présente également dans les roches volcaniques, notamment dans les coulées de laves doléritiques d'Islande, ainsi que l'a bien mis en lumière l'exploration récente que M. René Bréon vient de faire de cette île, qui peut être considérée comme la reine des îles volcaniques.

Il s'agissait donc, pour reproduire cette structure, de faire cristalliser le feldspath antérieurement à l'augite et en outre de donner à ce dernier minéral le temps de se disposer en cristaux de grande dimension.

L'expérience a pleinement réussi, en traitant un mélange de 1 partie d'anorthite et de 2 parties d'augite. Un premier recuit, qui dure quatre jours à la température de la fusion de l'acier, amène la cristallisation de l'anorthite; un second recuit de quatre jours, à la température de fusion du cuivre, donne à l'augite la structure cherchée.

Cette expérience, de nouveau très concluante, a démontré que les roches microlithiques et ophitiques avaient même origine et qu'en particulier les ophites, longtemps considérées

comme des roches métamorphiques, devaient être assimilées, au point de vue de l'origine, aux roches volcaniques de fusion ignée.

Tous ces essais à jamais mémorables, dont le résultat est d'augmenter considérablement le domaine de la fusion purement ignée, avaient été précédés et préparés en quelque sorte, par des reproductions, par la même voie sèche, d'un grand nombre de minéraux, parmi lesquels se trouvent précisément ceux qui peuvent compter comme essentiels dans les roches volcaniques, tels que divers feldspaths (oligoclase, labrador, anorthite), la leucite, la néphéline, l'augite, avec tous les détails de structure que le microscope a révélés (1).

Température des laves. — La température des laves au moment de leur émission, sans être excessive, reste toujours très élevée. Il n'est guère possible d'observer comment elle se comporte dans le cratère pendant les paroxysmes des volcans à projections, la chute des blocs et des scories brûlantes, la violence des dégagements gazeux qui s'échappent de toutes les parties du sol fissuré, rendant impossible l'accès de l'orifice de décharge et celui même du cône qui le supporte. Mais dans les volcans en activité continue, tels que le Stromboli, et le célèbre lac de feu de Kilauea, des observateurs courageux, tels que Poulet-Scrope en 1820 et plus récemment M. Coan en 1868, ont pu s'approcher de la lave incandescente et constater que sa température, dépassant celle de la fusion du cuivre, devait se tenir entre 1000° et 2000°.

Des observations plus précises ont pu être effectuées sur les coulées en marche. Aussitôt son exposition à l'air, la lave, en effet, se couvre rapidement d'une croûte scoriforme qui conduit si mal la chaleur qu'on peut stationner dessus, alors qu'à quelques décimètres au-dessous la lave en fusion se laisse entrevoir, au travers des crevasses, comme une traînée de feu.

Charles Sainte-Claire Deville, en 1875, a pu reconnaître de la sorte qu'un fil de fer plongé dans la lave avait subi un étirement sensible et qu'il avait fondu à son extrémité; on lui doit encore cette observation, maintes fois vérifiée depuis, que la résistance d'une pareille masse fondue est relativement considérable; il faut exercer une forte pression pour y faire pénétrer un bâton, qui s'enflamme tout aussitôt. Quand on y projette des blocs de pierre, ils rendent un son sec et ont peine à s'y enfoncer.

Protégée contre le rayonnement par la faible conductibilité de cette enveloppe scoriacée, cette haute température peut

(1) FOUQUÉ et MICHEL LÉVY, *Synthèse des minéraux et des roches*, p. 63 et suiv.; 1882.

persister longtemps et la lave se maintient encore en fusion alors que toute trace d'activité a cessé dans le foyer qui l'a émise. La coulée du Jorullo, en 1759, en est un exemple frappant; cinquante et un an après son émission, elle donnait encore des traits sensibles de chaleur. Sept années après sa sortie, la coulée du Vésuve de 1858 présentait encore, à sa surface, une température de 72°.

Poulet-Scrope (1) raconte qu'en 1859, sur ce même massif, un courant de lave était encore pourvu d'un mouvement, très lent il est vrai, à son extrémité inférieure, alors que depuis dix mois l'éruption qui lui avait donné naissance avait cessé.

Malgré cette haute température, la chaleur d'irradiation d'une pareille masse en fusion est loin d'être aussi intense qu'on pourrait s'y attendre. Ces médailles et ces empreintes, que les guides napolitains frappent avec la lave, à chaque nouvelle reprise du Vésuve, pour en fixer la date, témoignent qu'on peut s'approcher, sans crainte, de la coulée, alors qu'elle est en marche.

Nous avons déjà vu qu'un grand nombre d'arbres restent debout quand une pareille coulée rencontre une forêt; emprisonnés dans une gaine protectrice de scories, qui se moule sur leur écorce, ils conservent tout leur feuillage et n'éprouvent aucun arrêt dans leur croissance. L'impuissance des grands volcans de la Cordillère à se débarrasser du manteau de neige qui couvre leur cime, même dans leurs périodes paroxysmales, est, de même, bien connue et souvent citée comme une preuve du peu d'intensité des phénomènes calorifiques auxquels les laves en fusion donnent lieu. On peut encore citer ce fait, non moins probant, qu'en 1860 un de ces nombreux volcans actifs d'Islande, cachés sous des neiges éternelles, le Kotlugja, a lancé dans les airs des blocs de lave avec des morceaux de glace entremêlés (2).

Divers modes de consolidation des coulées. — Les variations que nous venons d'établir dans la composition chimique des laves exercent sur la constitution des coulées une grande influence. Les laves basiques, manifestement plus fluides que les laves acides et le plus souvent particulièrement riches en matière vitreuse, s'écoulent avec une grande vitesse, qui peut atteindre et même dépasser celle des grands cours au voisinage de leur embouchure.

Au Vésuve, des vitesses de 8^{m} par seconde ont pu être observées. A la Réunion, celles qui s'échappent ainsi par jets paraboliques des flancs entr'ouverts du cratère brûlant, à chaque

(1) Poulet-Scrope, *les Volcans*, p. 85.
(2) Wallich, *North atlantic Sea-Bed*

éruption nouvelle, franchissent, en quelques heures, la distance de 5km qui les sépare de la mer ([1]).

Laves cordées. — Ces laves, restant longtemps fluides, se solidifient lentement en longues traînées visqueuses, en replis ondulés qui, figurant souvent comme autant de paquets de cordages entrelacés, méritent bien le nom de *laves cordées* qui leur a été appliqué.

Leur surface se couvre de crevasses, d'où s'échappent des quantités de vapeurs et parfois de véritables jets de lave qui, à leur tour, se congèlent en replis tortueux. Parfois ce sont de véritables explosions qui se produisent, et sous l'effort des gaz la croûte superficielle, peu épaisse, se soulève en donnant lieu à un monticule conique dont le centre reste creux.

La *fig.* 38 représente une de ces ampoules formée ainsi par la poussée des gaz, sur une des grandes coulées qui, à la Réunion, descendent du piton Bory, aujourd'hui éteint, pour se diriger vers la grande plaine de laves, au-dessus de laquelle se dresse dans l'est le piton de la Fournaise, qui supporte le cratère actif.

Cette grotte, connue sous le nom de *caverne de Rosemond*, large de 18 à 20m, sur 4 à 5m de haut, s'étend sur une quarantaine de mètres de longueur. Sa voûte, autrefois très régulière, maintenant en partie effondrée, est tout entière tapissée de longues stalactites de laves, couvertes d'efflorescences salines, qui étincellent comme des diamants. Sur le sol on trouve, çà et là, de petits tas de lave, bizarrement contournés, qui ont dégoutté, en longs filaments visqueux, des stalactites de la voûte.

Gaines et Tunnels. — Ces laves ont également une grande tendance à se creuser des canaux, sous lesquels, pendant de longs mois, la matière en fusion, conservant sa fluidité, circule, sous cette gaine refroidie sur laquelle on peut marcher impunément, en échappant complètement à l'observation directe; çà et là, des bouffées de gaz et de vapeurs acides, s'échappant de quelque crevasse, révèlent seules la haute température qui règne au-dessous.

Quand la coulée cesse, le niveau de la lave baisse, et ce canal se vide en laissant un véritable tunnel, dans lequel on peut pénétrer lorsque le refroidissement est complet.

([1]) Le 3 novembre 1858, la lave, qui s'était échappée par trois fissures ouvertes au sommet des grandes pentes, mit quatre heures pour en atteindre la base. A 9h du soir, elle envahissait la route du littoral, interdisant toute communication entre Saint-Philippe et Sainte-Rose, et le lendemain matin elle se déversait à la mer. M. Maillard assigne, à cette coulée, une vitesse de 400m à l'heure. Quelques années auparavant une coulée plus considérable, qui occupe maintenant, dans le Grand-Brûlé, un espace de 2350m, atteignit le littoral en moins de 8h. (L. Maillard, *Notes sur l'île de la Réunion*, p. 102; 1862.)

Ces tunnels sont très fréquents à la Réunion, dans toute l'étendue du *Grand-Brûlé*, où ils facilitent singulièrement l'accès du volcan de ce côté. On circule, en effet, facilement dans ces conduits souterrains, qui sont larges et hauts de plusieurs mètres. La voûte en est arrondie, presque régulièrement, sous la forme d'un plein cintre, légèrement déprimé, et, quand elle est intacte, le sol de la galerie est assez uni pour que la marche y soit facile. On y voit, à la surface du sol, les



Fig. 38. — La grotte de Rosemont, au milieu d'une coulée du piton Bory (la Réunion).

traces de l'écoulement des dernières laves sous la forme de traînées noirâtres, ridées à la surface, dans lesquelles chaque ride présente sa convexité du côté de la pente. D'autres marques plus curieuses encore de l'écoulement des laves s'observent sur les parois latérales : ce sont des stries plus ou moins fortement accentuées, des espèces de moulures dont quelques-unes font à peine saillie, tandis que d'autres avancent de plusieurs décimètres. A chacune de ces moulures saillantes, sur

l'une des parois d'une galerie, correspond une moulure exactement symétrique sur la paroi opposée. Ces saillies représentent les différents niveaux auxquels la surface de la lave est, plus ou moins longtemps, restée stationnaire pendant la durée de l'écoulement. Les parois latérales se rapprochent légèrement vers leur base, et, dans ces points, les saillies sont plus prononcées qu'à un niveau plus élevé, ce qui doit être attribué à ce que la lave plus refroidie, et par conséquent moins fluide, à la fin de son écoulement, a laissé se figer, contre les parois, une portion de la matière qui la composait. Des stalactites nombreuses de lave solidifiée, longues souvent de 0m,30 à 0m,40 et le plus ordinairement de la grosseur du doigt, pendent de la voûte, ou de la face inférieure des saillies latérales. Quelquefois ces stalactites sont réunies les unes aux autres, de manière à représenter une sorte de rideau frangé. Presque toujours elles sont pleines; dans quelques cas rares, elles sont creuses et alors bien plus irrégulièrement cylindriques. Sur le sol on trouve parfois, surtout dans des cavités latérales distinctes du conduit principal, des stalagmites singulières qui figurent, tantôt une série de gouttelettes, amincies chacune par une de leurs extrémités comme des larmes bataviques soudées ensemble par petits tas, tantôt une agglomération, comme celle qui résulterait du dépôt d'un cordon de matière visqueuse, enroulé et pelotonné sur lui-même.

Ce sont de pareils canaux souterrains, creusés dans les laves basaltiques, qui m'ont permis en 1872 d'atteindre également le sommet de l'île Amsterdam, dans l'océan Indien. Ces tunnels, qui s'étendent là sur plusieurs centaines de mètres de long, larges de 8m à 10m avec une hauteur double, forment d'admirables galeries souterraines, dont la voûte, à demi cintrée, est garnie de longues stalactites aux couleurs rutilantes, garnies souvent d'efflorescences salines et de milliers de petits cristaux de gypse, comme celles de la caverne de Rosemond à la Réunion, qui descendent transversalement sur les côtés, en figurant de sombres draperies à bords festonnés. Souvent ils sont obstrués par un entassement prodigieux de blocs énormes de lave qui semblent entassés là par la main des géants. Cette particularité a lieu quand la gaine scoriacée, ainsi engendrée, ne possède pas la solidité nécessaire pour résister aux mouvements tumultueux des masses en fusion sous-jacentes. Dans ce cas, ainsi que M. Fouqué l'a observé aux Açores, où de pareils phénomènes se sont produits avec une intensité remarquable, les fragments de lave scoriacée disloqués sont charriés à la surface du courant incandescent et viennent se déverser soit sur les flancs, soit et surtout à l'extrémité terminale de la coulée, en s'y entassant sous la forme de moraines, analogues, à certains égards, à celles des glaciers.

Laves vitreuses. — Tel a été l'aspect sous lequel s'est présenté, en novembre 1880, la grande coulée de lave vitreuse,



Fig. [illegible]9. — Éruption du Mauna-Loa (1880-1881). — Vue d'un lac situé dans le voisinage de Hilo, dans lequel la lave s'est déversée à la manière d'un torrent impétueux. D'après une photographie prise quarante minutes après la première apparition de la lave sur les bords (¹).

issue du Mauna-Loa, aux Sandwich, avec toute la violence dont ces grands volcans sont capables.

(¹) *La Nature*, éruption du Mauna-Loa, n° 452, 28 janvier 1882.

M. L. Green, témoin oculaire du phénomène, décrit ce courant comme se mouvant avec une force irrésistible, charriant à sa surface d'énormes quartiers de lave, entassés à la manière de ces embâcles qui se forment sur les rivières gelées dans les grands froids de l'hiver. Le front de ce fleuve de pierres incandescentes formait une muraille de 5 à 10^m de haut qui, cédant, sans cesse, sous l'effort de la lave, s'entr'ouvrait par places pour laisser passer la masse fluide, qui tout aussitôt disparaisait sous les scories.

Cette coulée a pris naissance en un point situé près des cratères de 1850 et de 1855 (*voir* la carte de l'île Hawaï, *fig.* 15). Elle a commencé le 5 novembre 1880 et s'est continuée sans interruption, avec une extrême régularité, jusqu'en août 1881. Tous les phénomènes auxquels ce puissant courant de lave a donné lieu, ont été étudiés avec soin; de nombreuses photographies, prises dans toutes les directions, reproduisent maintenant toutes les phases de cette éruption, la plus considérable qu'ait donnée le Mauna-Loa depuis cinquante ans.

Partout où la lave a pu être aperçue au travers des crevasses de sa croûte scoriacée et de ses remblais habituels, on l'a vue, portée au rouge blanc, s'écouler avec une fluidité comparable à celle de l'eau.

La *fig.* 39 représente, d'après M. L. Green, un étang à parois verticales situé à 3^{km} de Hilo qui, atteint par cette coulée, a été rempli jusqu'au bord en une heure et demie.

Ces laves doivent leur fluidité exceptionnelle à leur état vitreux (*fig.* 17). Il est alors à remarquer qu'elles ne sont accompagnées d'aucun dégagement de gaz, ni de vapeurs; aussi, après leur solidification, qui ne se fait qu'avec une extrême lenteur, elles restent compactes et leur surface, douée de ces reflets miroitants qui ont valu à ces laves, de la part des indigènes, le nom bien significatif de *pahoe-hoe* (peau de satin), est marquée de replis concentriques et ondulés comme ceux qu'affecte une masse de cire après sa coagulation. La *fig.* 40, qui représente l'étang de Hilo comblé par la coulée de 1880, donnera une idée, très exacte, de cet aspect bien caractéristique que prennent les laves vitreuses après leur solidification.

Laves acides. — Dès que la teneur en silice d'une lave s'élève, elle amène un changement complet dans sa coloration, sa densité et sa fusibilité. Dans ces conditions, la lave devenue visqueuse ne se maintient plus liquide qu'à une haute température; elle se refroidit brusquement à l'air en se recouvrant d'une croûte scoriforme, sous laquelle elle se maintient, pendant quelque temps, dans un certain état de liquidité, en laissant échapper des quantités de gaz et de va-

peurs qui, comprimées dans le dessous, parviennent souvent à faire éclater cette enveloppe.

C'est alors que se produisent, par suite de la lutte qui s'éta-

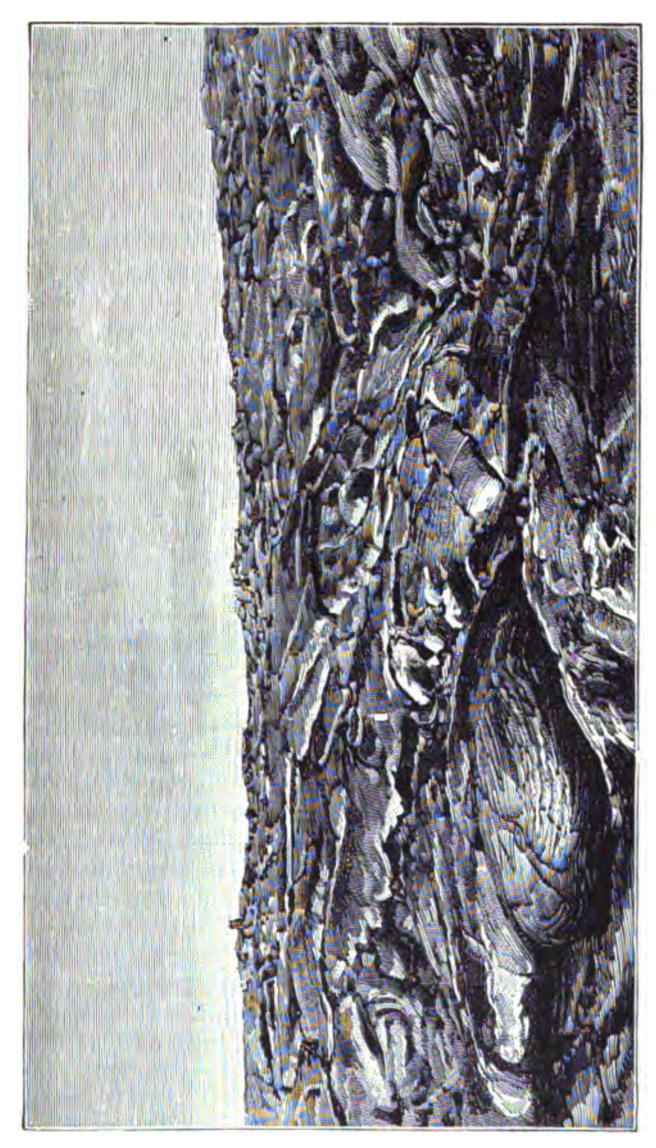


Fig. 40. — Aspect pris par la coulée après avoir comblé le lac en son entier. (D'après une photographie exécutée une heure après la précédente.)

blit ainsi entre la lave et la croûte scoriacée qui l'emprisonne, ces coulées à surfaces rugueuses, consolidées par blocs anguleux et déchiquetés, qui méritent bien les noms de *Serre* ou de

Sciarre (dents de scie) qu'on leur a donnés à l'Etna, de *Cheires* en Auvergne et de *Malpays* (mauvais pas) en Amérique.

Les laves franchement acides, à peine fluides au moment de leur sortie, s'amoncellent sur l'orifice même de sortie, en figurant un entassement de blocs noirs, irréguliers, incohérents, dont l'accroissement, accompagné d'abondants dégagements de vapeurs, se fait souvent avec une grande rapidité, sans projections, sans secousses, ainsi que nous l'avons vu dans l'apparition du *Giorgios*, en 1866, à Santorin. Quand elles se répandent à quelque distance du point d'émission, leur marche s'effectue toujours, avec une extrême lenteur, et leurs coulées restent, par suite, compactes et très épaisses.

IV.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES VOLCANS.

Le nombre des volcans existant à la surface du globe est difficile à préciser; chaque exploration nouvelle en augmente la liste, et de plus la plupart de ceux situés au fond des mers échappent à notre observation directe. En ne tenant compte que de ceux qui, depuis les temps historiques, ont donné des signes d'activité, on peut l'évaluer, d'après les statistiques les plus récentes, à *trois cent soixante-quatre;* dans ce nombre, il importe de faire remarquer que les *volcans centraux,* escortés d'un grand nombre de cônes adventifs comme l'Etna, qui en supporte quatre-vingts, ne sont représentés que par une unité. Celui des volcans éteints est plus considérable : il s'élève à plus d'un millier.

Mais ce qu'il importe plus de rechercher que le nombre des orifices volcaniques, c'est la position qu'ils occupent sur le globe; nous pourrons en tirer des conclusions qui nous conduiront à savoir si ces manifestations actuelles de l'activité interne du globe doivent être envisagées comme des phénomènes locaux, ou bien rattachées à une cause générale s'étendant à tout l'ensemble de la surface terrestre.

Les volcans marquent la position des orifices où les masses en fusion, contenues souterrainement, peuvent arriver à la surface; leur distribution, loin d'être localisée dans une partie déterminée du globe, est, au contraire, très étendue; on les trouve indifféremment, d'un pôle à l'autre, sous toutes les latitudes, sous tous les méridiens. Il ne s'ensuit pas pour cela qu'ils soient éparpillés au hasard; ils se présentent au contraire avec une grande régularité, distribués par grandes rangées, par longues séries linéaires, alignés sur le trajet des grandes chaînes de montagnes, des parties surélevées du sol par conséquent, dont ils couronnent souvent les sommets, comme on peut le voir sur le trajet de la chaîne des Andes, qui s'appuie sur le bord occidental du continent américain.

Un autre fait général qui a frappé tous les observateurs, c'est que tous les volcans actifs se trouvent dans le voisinage immédiat de la mer. La plupart sont, en effet, situés dans des îles, et ceux établis sur les continents sont toujours alignés sur les rivages, ou sur des points très rapprochés de la mer. On en a tiré cette conclusion, que l'Océan était un facteur nécessaire à la production des phénomènes volcaniques. Voyons donc

maintenant, en examinant la distribution des volcans à la surface du globe, comment ces deux faits peuvent se vérifier.

Cercle volcanique du Pacifique. — La plus belle rangée de volcans est, sans contredit, celle qui entoure l'océan Pacifique. Tout le pourtour de cette immense masse d'eau n'est autre qu'un anneau de feu, sur la circonférence duquel l'activité volcanique est à peu près ininterrompue.

Ce cercle commence à l'extrémité nord du continent américain, dans les Andes de Patagonie, avec le *Fitz-Roy*, qui la nuit brille comme un phare, illuminant les cimes neigeuses de la Cordillère, qui paraissent en feu. Récemment découvert par M. Moreno, ce volcan porte au delà des neiges persistantes (2170^{m}) son cratère noirci, dénudé, toujours fumant.

Plus loin se déroule la remarquable chaîne du Chili, qui ne comprend pas moins, sur un espace de 13°, de trente-quatre volcans, dont près de la moitié peuvent compter parmi les plus actifs de ceux qui se dressent ainsi sur les sommets de la Cordillère.

C'est là que se trouve l'*Antuco*, dont le cratère, porté à 2735^{m} de haut, lance à des intervalles très rapprochés, se succédant parfois très régulièrement de quart d'heure en quart d'heure, des cendres et des scories, accompagnées de détonations formidables, dont le bruit se transmet à plus de douze lieues de distance.

Les plus importants parmi ces grands volcans sont : le Saint-Clément, situé près de l'archipel des Chorros, qui marque le début de ce groupe, le plus étendu de l'Amérique du Sud; le Chalten (2170^{m}); le Corcovado (2289^{m}), le Minchimmadiva, le Chayapirou (2438^{m}), tous trois réunis en face de l'île de Chiloë; le Calbaco (3690^{m}); l'Orsono (2258^{m}), situé entre deux lacs; celui de Llanquithue à l'ouest, et le Nahuel-Nuapi à l'est; le Rhinihue; le Villarica près du lac du même nom; le Yaimas; le Longuimai (2952^{m}); le Callaqui (2952^{m}); l'Antuco (2735^{m}); le Chillan (2879^{m}), en face de la Concepcion; las Yeguas (3450^{m}); Petero (3635^{m}); Rinquirica (4478^{m}); el Maipo (3840^{m}); San-José (6096^{m}); enfin le Copaipo. Tous ces volcans sont à l'état de solfatare; mais dans les Cordillères une solfatare n'est pas un volcan éteint : c'est un état de repos auquel succède, sans que rien le fasse pressentir, une prodigieuse et terrible activité.

Le Chillan en est un exemple; masqué sous les glaces jusqu'en 1861, il est entré subitement en éruption à cette époque; depuis il recouvre de ses cendres les couches annuelles de glace, qui se stratifient ainsi avec les débris projetés ([1]).

Après une courte interruption, la chaîne reprend en Bolivie

([1]) *Petermann's Mittheilungen*, VII, 1863.

avec le puissant Chillaillaco (6170^{m}) et se poursuit ensuite, sans arrêt, dans toute l'étendue du Pérou méridional.

En cet endroit, la Cordillère, qui jusque-là avait couru sensiblement nord-sud, s'infléchit vers l'ouest; de plus, elle se dédouble et enserre, entre ses deux rangées de pics neigeux, un grand plateau dont l'élévation moyenne n'est pas moindre que 4000^{m}. Les eaux, ne pouvant s'écouler vers les plaines inférieures, donnent lieu, dans ce bassin fermé, au grand lac Titicaca. C'est le massif le plus saillant de toute la Cordillère américaine; aussi, sur la rangée occidentale, composée de larges dômes, aux formes régulières, qui surplombent la côte du Pacifique, s'étagent un grand nombre de volcans (1) célèbres par la violence de leurs explosions. En 1869, Arequipa, sur la côte péruvienne, est resté, pour ainsi dire, ensevelie sous les cendres rejetées par le *Misti* qui s'élève, dans le voisinage, à 6170^{m}. Non loin de là, Arica est de même souvent bouleversé par son terrible voisin, le *Sahama*, qui dresse à 7200^{m} son cône gigantesque, couvert de neige éblouissante et toujours fumant.

Au nord du lac Titicaca, les deux Cordillères continuent ensuite à se développer dans la direction du nord-ouest parallèlement à la côte, sans présenter d'orifices volcaniques sur une longueur de près de 1500^{km}. C'est seulement au delà du nœud de Loja, alors que les Cordillères, qui s'étaient réunies, à l'angle plus occidental du continent américain, près de la frontière sud de l'Équateur, se séparent de nouveau, que l'activité volcanique recommence plus condensée que jamais; sur les deux rangées de cimes neigeuses s'étagent, en effet, seize volcans des plus remarquables, formant un groupe serré, concentré dans un espace elliptique, dont le grand axe est de 180^{km} et que domine le dôme superbe du Chimborazo. Ce sont parmi les plus connus : à l'est, le *Sanghay*, toujours détonant (5300^{m}), dont l'activité ne sommeille jamais (2); l'*Altar* ou *Cupac-Urcu* (chef des monts), le *Tunguragua* (4900^{m}), le *Cotopaxi*, célèbre entre tous par la régularité de son cône (5940^{m}), l'*Antisana* (5740^{m}), le *Coyambo* (5840^{m}) (3), resplendissant

(1) Ce sont, à partir du Chillaillaco, le Laboza (5900), Toconado (5900) et le Licancaur (5500), tous trois très rapprochés et ne formant pour ainsi dire qu'un seul massif; au delà, s'échelonnent l'Atacama, le Ratio, le San Pedro. Les deux volcans jumeaux de Mino et d'Olca; celui de Tua, qui s'écarte de la chaîne pour se dresser au milieu de la pampa d'Empeza, couverte de lacs salés; le Tata, Jachum, l'Isluga, qui, à l'extrémité de ce groupe, domine la passe de Pichuta.

(2) En temps normal, on peut compter plus de 250 explosions par heure, avec projection de cendres et de débris.

(3) Le sommet du Coyambo offre cette particularité remarquable d'être exactement coupé par la ligne équatoriale. Au pied de la montagne, se

de neige, sous la ligne même de l'équateur, et l'*Imbumbura* (5225^{m}). La rangée de l'ouest n'est pas moins bien partagée; elle comprend le *Chimborazo* (6310^{m}), le *Carguairazo*, l'*Ilinissa*, le *Pichincha* (4780^{m}) et le *Cotocachi* (4966^{m}).

Un trait commun à tous ces grands volcans des Andes chiliennes, péruviennes et de l'Équateur, ce sont ces lueurs vives que projettent sur le ciel leurs cratères embrasés; on dit alors que *le volcan reluit*. C'est dans ces conditions que le Sangay a pu servir de signal de feu perpétuel, en 1742, alors que La Condamine et Bouguer cherchaient à déterminer la grandeur et la figure de la Terre (¹). La Condamine, établi auprès d'un signal placé au sommet du Pichincha, a pu encore observer un autre fait, assez fréquent, dans ces grands volcans des Andes; du sommet du Cotopaxi, alors que rien ne semblait faire prévoir un pareil phénomène, tout d'un coup s'élevèrent, par bouffées, des tourbillons de vapeurs, accompagnées de formidables explosions. Au soleil levant, les pentes du cône, jusqu'alors couvertes d'un blanc manteau de neige, se montrèrent à nu, apparaissant comme une masse noire, d'aspect sinistre, d'où s'échappaient des jets horizontaux de cendres et de pierres.

Six cents maisons avaient disparu, entraînées par les avalanches d'eau et de débris provenant de cette fonte subite des neiges. Ces avalanches boueuses, bien autrement redoutables, en raison de leur soudaineté, que les coulées de lave, sont les plus terribles phénomènes qu'aient à redouter les habitants de Quito, qui voient souvent leur magnifique vallée ensevelie sous les flots d'une boue visqueuse, chargée de blocs de dimension parfois considérable.

En 1877, une éruption d'une violence extrême a donné lieu à un courant boueux qui, animé d'une vitesse de 10^{m} par seconde, s'est étendu, sur un rayon de plus de dix lieues, entraînant tout, habitations et cultures, sur son passage. Les mugissements souterrains du Cotopaxi s'entendirent distinctement, aussi bien à Quito qu'à Guayaquil, soit à une distance de 350^{km} du volcan.

Au nord de ce groupe de l'Équateur, les deux Cordillères, unies transversalement par le plateau de Tuquerres, supportent, à l'ouest, les trois volcans actifs de *Chiles*, de *Gimbal* (4790^{m}) et d'*Azufral*; puis vient celui de *Pasto* (4264^{m}), qui domine le plateau du même nom.

---

trouvent deux pyramides qui marquent le point qui a servi de base aux opérations de La Condamine et de ses deux compagnons Louis Godin et Pierre Bouguer, pour la mesure des trois premiers degrés du méridien.

(¹) LA CONDAMINE et BOUGUER, *Relation d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique méridionale*, 1845. *La figure de la Terre déterminée par les observations de La Condamine et de Bouguer*, 1749.

Au delà, la chaîne orientale se dédouble à son tour, et des trois Cordillères, qui divergent alors et ne doivent plus se rejoindre, celle du centre seule reste volcanique; sur ces cimes neigeuses s'élèvent le *Puracé* (4700m) et le *Sotara*, tous deux très rapprochés; puis le *Barragan* et le *Tolima* (5550m) qui, pareil à un géant (5400m), se dresse sur le seuil de l'isthme de Panama.

Ce volcan, comme ceux des Andes de la Nouvelle-Grenade, qui le précèdent, s'est rendu célèbre par ses éruptions boueuses, qui n'ont d'autre origine que celle dont nous venons de rappeler les effets désastreux au Cotopaxi.

Sa dernière éruption, qui date du XVIe siècle (12 mars 1595), a dévasté la province de Mariquita. Depuis ce temps, son cône reste toujours couvert d'une fumée menaçante. M. Boussingault, qui, lors de son exploration des volcans des Cordillères, en a fait l'ascension, a constaté, sur ses flancs, des fumerolles chlorhydro-sulfhydriques portées à une température de 50°. De toutes les observations faites par ce savant Académicien, non seulement sur le Tolima, mais sur tous les volcans du plateau de Tuquerres, il résulte que les acides sulfurique et chlorhydrique libres existent dans les sources thermales, et dans tous les torrents qui en découlent. Le célèbre Pasombio ou Rio-Vinagre, qui descend du Puracé dans une gorge très resserrée, jusqu'au salto de San-Antino, où il se précipite en cascade sur une hauteur de 35m, au milieu d'un hémicycle de trachyte, débite par jour des milliers de kilogrammes d'acides sulfurique et chlorhydrique; celui qui découle du Pasto, et dont le débit est trois fois plus considérable que celui du Rio-Vinagre, est acidifié à ce point, qu'une lamelle de zinc y détermine un dégagement d'hydrogène [1].

Les fortes éruptions du Puracé occasionnent également la fusion des neiges qui, pendant les périodes de repos, couvrent son cône régulier d'un épais manteau. Le 4 novembre 1869, après de violentes secousses qui avaient déjà détruit en partie la ville de Popayan, distante de plus de 16km, une pluie de cendres et de pierres, qui se répandit sur plusieurs lieues, fit disparaître sous une teinte grise la blancheur de sa cime neigeuse. Puis le niveau supérieur des neiges vint à baisser subitement de 300m, laissant dans toute cette étendue le roc à nu. Des masses énormes d'une boue noire sulfureuse, charriant

---

[1] BOUSSINGAULT, *Les volcans des Cordillères et leurs sources acides*, p. 843. M. Boussingault a trouvé dans le Rio-Vinagre 2gr,3475 d'acide sulfurique monohydraté et 1gr,2117 d'acide chlorhydrique par litre, et comme le débit du fleuve est de 34785mc par vingt-quatre heures, la rivière acide entraîne, par jour, 46873kg d'acide sulfurique et 42150kg d'acide chlorhydrique.

d'immenses blocs de glace et de pierres, se précipitèrent avec une vitesse de plusieurs mètres à la seconde, ravageant toute la contrée avoisinante. La mission de Puracé fut complètement détruite.

Dans les Cordillères des Andes, ces éruptions boueuses (*moyas*), malheureusement trop fréquentes, ont fait dire aux indigènes que leurs volcans lançaient à la fois l'eau et le feu. Elles sont plus désastreuses que les coulées de laves qui, le plus souvent, dans ces grands volcans à projections, font absolument défaut.

L'Amérique centrale, qui fait suite, compte à elle seule plus de quatre-vingt-deux volcans, dont vingt-cinq encore actifs, alignés en deux chaînes, l'une traversant obliquement l'isthme de Nicaragua, l'autre épousant la direction de la côte du Pacifique, sur le territoire que se sont partagé les Républiques de Honduras, du Salvador et du Guatemala. Rien ne saurait rendre l'aspect étrange de ce continent hérissé d'une série continue de gigantesques montagnes coniques, isolées, dominant de leur tête nue et fumante les chaînes rocheuses et boisées, les plateaux couverts de forêts, les plaines chargées de riches cultures qui s'étendent à leur pied.

Tous ces volcans se signalent par la violence de leurs explosions; un petit nombre ont donné des coulées de lave.

Dans le *Costa-Rica,* au voisinage de San José et surtout de Cartago, aujourd'hui déserte, on rencontre déjà un grand nombre d'édifices volcaniques, au milieu desquels le *Turrialba* dresse, à 3812^{m}, son cône, parfaitement régulier, toujours couvert d'une épaisse fumée. C'est à son dangereux voisinage que Cartago doit de ne plus être la capitale de Costa-Rica; chacune des éruptions de ce terrible volcan étant précédée de secousses qui l'ont, en partie, détruite à la fin du siècle dernier.

En pénétrant ensuite sur le territoire du Nicaragua, la chaîne traverse le *lac de Nicaragua,* jalonnant sa présence par toute une série d'îles régulièrement circulaires, qui sont tout autant de cônes volcaniques aujourd'hui éteints. Au delà, elle rencontre un groupe volcanique d'une grande importance, qui comprend, avec deux volcans jumeaux et un immense cratère-lac, le *Massaya,* célèbre dans les fastes de l'histoire de l'Amérique centrale, car il était dans un état de violente activité lors de la conquête par les Espagnols. La lave en fusion remplissait alors complètement son cratère, large et profond, et pendant la nuit l'illumination produite sur le ciel par ce lac de feu était telle, que la route qui conduit à Grenade, sur un trajet de trois lieues, était éclairée comme pendant le jour. Lorsque les Espagnols pénétrèrent dans le pays, ils rangèrent ce volcan parmi les merveilles du nouveau monde, et, comme frappés de terreur à sa vue, ils lui donnèrent le nom de *El*

Infierno del Massaya, l'enfer du Massaya. Ses coulées par débordement, qui se faisaient fréquentes, s'étendant à des distances de 30^{km} à 40^{km}, désolaient toute la contrée. Oviedo, le fameux chroniqueur qui vint explorer le Massaya en 1520, au moment où les Espagnols pénétraient dans le Nicaragua, raconte que de nombreux sacrifices humains étaient alors offerts au volcan,



Fig. 41. — Offerte au Massaya (d'après une gravure du temps, 1520).

pour apaiser sa colère. Les indigènes, terrorisés et devenus féroces, précipitaient des jeunes filles dans le gouffre béant de cet immense brasier ([1]).

([1]) A côté de cette narration vient se placer une légende qui montrera l'étrange idée qu'on se faisait alors des volcans. En présence de

Au delà du Massaya, on peut suivre dans la plaine de Léon une rangée de cônes volcaniques, les *Marabios,* dont le nombre s'accroît pour ainsi dire annuellement, et qui vient aboutir au *Coseguina,* le dernier de ceux qui composent le groupe du Nicaragua, et le plus célèbre de tous les volcans de l'Amérique centrale.

Situé sur l'extrémité ouest du Nicaragua, sur une pointe avancée dans la baie de Fonseca, le *Coseguina,* relié à la terre ferme par un isthme très étroit, se présente sous l'aspect d'un cône surbaissé, dont la hauteur ne dépasse pas 200^{m}. Sa dernière éruption, qui date de 1835, a donné lieu à une pluie de cendres et de scories qui s'est étendue sur un rayon de 1500^{km}, couvrant le sol, par places, d'une couche de débris épaisse de plus de 5 mètres et représentant un volume de 3000^{kmc}. Les effets de cette explosion, la plus terrible assurément qu'ait encore enregistrée l'histoire des volcans américains, se sont fait sentir à la Jamaïque, à la Vera-Cruz, à Santa-Fé-de-Bogota, soit sur une étendue de 1500 milles.

Les îles de la baie de Fonseca, qui fait suite, sont toutes de nature volcanique; celles du *Tigre,* en particulier, qui s'élève à 800^{m} au-dessus de la mer, supporte un cratère, aujourd'hui en partie démantelé, dont les puissantes coulées se sont étendues jusqu'à la mer.

Le Conchagua, situé en face du Conseguina, à l'autre extrémité de cette large échancrure qui entame profondément le continent américain, est ensuite le premier volcan qui se présente sur la terre ferme. Il marque le début d'un groupe volcanique nouveau, celui du Salvador, qui comprend, avec le *San-Miguel* (2153^{m}) ([1]), l'*Izalco* (1825^{m}), qui partage avec le *Gurollo* ce fait intéressant d'être apparu sur le continent américain depuis sa découverte.

L'Izalco doit à cette origine récente aussi bien qu'à son activité incessante une grande célébrité dans toute l'Amérique Centrale. Couronné pendant le jour d'un énorme panache de fumée blanche, qui la nuit s'illumine d'une lueur rougeâtre, les navigateurs l'ont depuis longtemps désigné sous le nom de

---

cette lave, portée au rouge sombre, qui se maintenait toujours en fusion dans l'intérieur du cratère, les Espagnols, croyant trouver là, à l'état fondu, l'or qui était l'objet de toutes leurs convoitises, descendirent dans l'intérieur, au moyen d'une longue chaîne, un baquet de fer. Ce baquet et les premiers anneaux de la chaîne, à peine arrivés en contact avec la lave incandescente, entrèrent en fusion. Les Espagnols, frappés de terreur, quittèrent rapidement le volcan, sans avoir pu savoir ce qu'il y avait au fond. (SQUIER, *Notes on Central America.*)

([1]) Le San Miguel, au milieu de tous ces grands volcans à projections, se signale par cette particularité intéressante qu'il a rejeté un grand nombre de coulées de laves.

Faro del Salvador (phare du Salvador); au moment où Dollfuss et de Montperrat, géologues attachés à l'expédition du Mexique (1864) en ont fait l'ascension, les fumerolles abondantes qui se dégageaient avec violence du cratère central contenaient une forte proportion d'acide sulfureux ([1]).

Une région couverte de salses et de volcans de boue (*Les Ausoles d'Ahuachapam*) relie le groupe du Salvador à celui de Guatemala qui commence avec le *Pacaya* (2250^{m}), dont l'apparition date de 1565. Ce volcan, encore très actif au commencement de ce siècle, est maintenant réduit à la condition de mofette.

Viennent ensuite les volcans de l'*Agua* (3753^{m}), de *Fuego* (3760), ceux d'*Atillan* près du lac du même nom et enfin le *Santa Maria* et le *Cerro Quemedo.*

Le volcan de l'Agua, depuis longtemps éteint, séparé de celui de Pacaya et de Fuego par de profondes vallées qu'il domine de plus de 2000^{m}, se présente sous la forme d'un cône gigantesque d'une majestueuse beauté, complètement isolé. Partout où la végétation ne l'a pas envahie, sa surface se montre couverte de cendres et de ponces blanchâtres, sans présenter la moindre trace de coulée. Il tire son nom d'une inondation occasionnée, en 1540, par le déversement subit, sous l'influence d'un tremblement de terre, d'un cratère-lac établi à son sommet; cette masse d'eau, chargée de pierres et de débris de toutes sortes, vint se précipiter sur une ville que venaient de construire les Espagnols. Il s'ensuivit une épouvantable scène de destruction, et le peuple, s'imaginant que le volcan avait vomi ce torrent boueux, lui appliqua ce nom de *volcan d'eau,* qui lui reste, quoique pareil phénomène ne se soit jamais reproduit.

L'activité volcanique se poursuit ensuite dans le Mexique central, plus condensée que jamais sur le haut plateau d'*Anahuac*, vaste territoire, aux contours massifs, qui n'est autre qu'un champ de laves (*malpays*) sur lequel se dressent les cimes toujours fumantes de l'*Orizaba* (5370^{m}), du *Popocatepelt* (montagne fumante) (5100^{m}), du *Tuxtla* (3706^{m}) au sud-est de la Vera-Cruz, du *Colima;* c'est également au nombre des évents volcaniques de ce plateau mexicain qu'il faut compter le *Jorullo*, rendu célèbre par son apparition subite en 1759, au sein de champs cultivés.

A peine interrompue en Californie, la rangée de volcans se poursuit ensuite sur les chaînes qui bordent les rivages du Pacifique, où elle rencontre de grands cônes aujourd'hui éteints, tels que le mont *Diabolo* (1225^{m}) sur la Sierra-Nevada,

([1]) *Voyage géologique dans la République de Guatemala et de Salvador*, p. 396.

le mont *Shasta*, au nord de San-Francisco, qui porte, au delà des neiges, une cime dont la régularité égale celle du Cotopaxi. Elle reprend ensuite dans la fameuse chaîne des Cascades, sur le territoire de l'Orégon, qui présente alors une série de volcans ne le cédant en rien pour la majesté et l'élévation à ceux des Andes; ce sont, parmi ceux qui peuvent compter comme rejetant encore des vapeurs et des cendres, les pics *Hood* (3726^m), *Saint-Helens* (4200^m), *Rainier* (4104^m) et *Baker* (3383^m).

Les volcans presque tous en repos de la Colombie anglaise, échelonnés sur les bords de la Rivière fumeuse, leur succèdent; puis viennent, plus au nord, deux volcans toujours actifs, le *mont du Beau-temps* (Fair-Weather 4380^m) et le *Saint-Élie* (5800^m), l'un des plus hauts sommets de l'Amérique du Nord, qui marque la fin de cette longue chaîne volcanique des Andes; au-delà, en effet, la rangée de volcans change brusquement de direction et se poursuit sur la péninsule d'Alaska en donnant lieu à cinq volcans si élevés, que les neiges persistantes les couvrent en partie. Le plus actif de ce petit groupe, l'*Ilemna*, se dresse à 3678^m de hauteur sur l'étroite bande de terre qui relie cette péninsule au continent américain.

A la péninsule d'Alaska vient se souder une remarquable série d'îles volcaniques, les îles Aléoutiennes, qui ne sont autres que les pointements émergés d'un rebord montagneux sous-marin, disposé en demi-cercle au travers du Pacifique. Trente-quatre cônes, ensevelis sous les neiges et qui tous ont donné des signes d'activité depuis les temps modernes, s'étagent sur cette digue transversale qui semble relier le nouveau continent à l'ancien. L'une d'elles, Ounimak, adossée à la péninsule d'Alaska, en supporte à elle seule six, dont l'un toujours fumant, dressé à 2420^m, sert pour ainsi dire de phare à l'extrémité du continent américain.

Cette partie de la péninsule de l'Alaska a été le théâtre, le 8 octobre 1883, d'une grande éruption qui mérite d'être racontée en détail, en raison du peu de distance qui la sépare de l'éruption désormais mémorable du Krakatoa, dans les îles de la Sonde (26, 27 et 28 août 1883).

Le 8 octobre dans la matinée, par un temps clair, alors que rien ne semblait faire pressentir un pareil phénomène, le pic de Saint-Augustin, couvert de neige, qui se dresse à l'extrémité nord-est de l'île de Chernaboura, située dans la baie de Kamischak, à l'entrée du passage de Cook (Cook's inlet), s'est fendu en deux du sommet à la base. L'immersion subite d'une pareille masse a donné naissance autour de l'île, à une grande vague annulaire, dont les effets désastreux se sont fait surtout ressentir sur la côte ouest du continent américain. A $8^h 30^m$ une immense vague, haute de 15^m à 20^m, vint s'abattre

sur la partie sud-ouest de Port-Anglais, entraînant avec elle les embarcations de pêche, et détruisant les maisons de la côte.

Pendant tout le jour, ces vagues énormes, se succédant, sans relâche, à quelques minutes d'intervalle, vinrent s'abattre sur les établissements de Port-Anglais, ainsi qu'à Saint-Paul, dans l'île de Kodiak, située plus à l'ouest. Chacune d'elles correspondait alors aux explosions formidables, qui s'échappaient de toute l'étendue de l'île de Chernaboura, transformée en un immense cratère. Les cendres ponceuses, projetées avec les débris de la montagne, formaient un immense nuage, noir, épais, obscurcissant la lumière du soleil sur une étendue de 60 milles. Les explosions, qui se sont faites d'abord au-dessus du niveau de l'eau, sont devenues ensuite sous-marines, et maintenant deux îles nouvelles, larges d'un demi-mille, se dressent au milieu du détroit qui sépare Chernaboura du rivage continental.

L'archipel allongé des Aléoutiennes réunit la chaîne volcanique au Kamtchatka, où elle se dédouble en devenant plus active que jamais. Cette grande péninsule est, en effet, toute entière hérissée de volcans qui s'étendent de son extrémité nord à son extrémité sud. L'un d'eux, le *Klioutschevskoï* (ou *Klioutcheskujoï-Sopka*), dont le cratère terminal est porté à une hauteur de plus de 5000^{m} (1), peut être considéré comme le plus élevé de tous les volcans, puisqu'il s'élève là directement de la mer, tandis que ses congénères des Andes, comme le Cotopaxi qui dépasse 5900^{m}, repose sur une base située à une altitude de 2000^{m}.

La péninsule de Kamtchatka est de même suivie, comme celle de l'Alaska, par un archipel allongé, les îles *Kourilles*, qui supportent vingt volcans, dont la moitié sont actifs. L'anneau volcanique se poursuit ensuite au travers du Japon, où se dressent encore de nombreux volcans, parmi lesquels le *Fusi-Yama*, au sud de Yeddo, se signale, comme le Cotopaxi, par un cône d'une admirable régularité. Ce volcan, qui a eu de nombreuses éruptions jusqu'au commencement du siècle dernier, semble maintenant sommeiller; son cratère enveloppé de neige est devenu un lieu de pèlerinage, un bonze chinois y symbolisant le feu du volcan.

Au nord de Kiou-Siou, la chaîne volcanique se recourbe graduellement pour se rapprocher du rivage asiatique, en traversant l'archipel de *Liou-Kiou*, où se trouve, avec le *Yokounosima*, une petite île fumante, *Long-hoang-Chan* et la grande Formose, qui compte encore trois volcans actifs au milieu d'un grand nombre éteints depuis peu; elle vient ensuite atteindre,

(1) 5014^{m}, d'après L. Fuchs (*Les volcans*, p. 230).

en reprenant une direction nord-sud, les *Philippines*, et les *îles de la Sonde*.

Cette dernière série, la plus remarquable de tout le globe par le nombre et la grandeur des bouches volcaniques, en y comprenant les Molluques, compte plus de cent volcans, dont plus de la moitié sont actifs. L'île de Java en possède à elle seule quarante-cinq.

Jadis, cette île devait à la beauté et à la fureur de ses volcans d'être tout entière consacrée à *Siva*, le dieu de la destruction, et c'est dans les cratères mêmes de ces montagnes fumantes que les adorateurs de la terreur et de la mort avaient construit leurs temples. Aussi, en maints endroits, dans l'intérieur des cratères éteints, on découvre, au milieu des arbres et des broussailles qui les ont envahis, les ruines de ces sanctuaires que les conquérants arabes ont anéantis. Le *Semeru*, le pic le plus élevé de l'île (3740^{m}), était la montagne sacrée par excellence; le *Sœmbing* (1658^{m}), qui se dresse au centre de l'île, devenait le « clou qui fixe l'île contre la terre » (1).

Ce Sœmbing, qui porte encore le nom de *Gunung* (Tonnant), en raison de la violence de ses explosions (2), présente, comme un grand nombre des volcans de Java, dans les détails de son architecture, une régularité de contour, qu'il doit en grande partie aux violentes pluies des moussons. Sous l'effort de cette puissante action érosive, le cône très régulier se trouve entamé, sur toute sa hauteur, par de profonds sillons qui vont s'élargissant graduellement du sommet à la base, où ils n'atteignent pas moins de 200^{m} de profondeur, en rendant la montagne pour ainsi dire inaccessible. De loin, la montagne, avec ces cannelures profondes qui se succèdent autour du cône avec une étonnante régularité, apparaît comme couverte d'un manteau dont les plis auraient été drapés avec soin.

Le *Gulungung*, un des plus redoutés de Java, est creusé au sommet d'un vaste cratère, dont l'arête dentelée est toujours couverte de fumée. Ce grand cratère est le résultat d'une violente explosion qui, en 1823, alors que personne ne soupçonnait la présence de ce volcan masqué sous une épaisse végétation, ébranla toute l'île.

(1) ÉLISÉE RECLUS, *la Terre*, p. 622.

(2) Depuis 1807, ces explosions se renouvellent pour ainsi dire annuellement. Voici les dates de celles qui ont été particulièrement violentes : 1807, 1809, 1815, 1816, 1818, 1819, 1820, 1828, 1832, 1833, 1836. Cette dernière, qui pourtant n'a duré que trois heures, a recouvert l'île d'une pluie de cendres et de pierre. (A. BOSCOWITZ, *les Volcans*, p. 370.)

265

Tout d'un coup, une épaisse colonne de fumée s'échappant de la gorge de la montagne enveloppa de ténèbres épaisses toute la contrée. Puis, bientôt après, un immense fleuve de boue, se précipitant de la montagne, vint combler les rivières et détruire sur son passage tout ce qui lui faisait obstacle sur une étendue de plusieurs lieues. Ce fut un spectacle effrayant; pendant que ce déluge boueux ravageait la contrée, des éclairs sillonnaient les nues, et le cratère, en pleine furie, lançait à de grandes hauteurs des pierres énormes mélangées de boue et de cendres.

Pendant plusieurs jours, le Gulungung continuant ainsi à mugir, une véritable mer de boue s'étendit sur de superbes vallées, sur des champs cultivés, sur des villages prospères, ensevelissant plus de quatre mille victimes et d'innombrables troupeaux de bœufs et de chevaux; quatre millions de caféiers furent anéantis, et pendant de longs mois il fut impossible de se frayer un passage au travers de ces amas de vase noire et acide, portés à une haute température (¹).

Ces inondations boueuses, alimentées par des pluies abondantes, résultant de la condensation des vapeurs dégagées, en si grande quantité, dans les paroxysmes, sont fréquentes et particulièrement désastreuses dans cette région, où tous les phénomènes volcaniques prennent une allure gigantesque. En 1772, l'avalanche de boue et de pierres qui s'est ainsi précipitée le long du grand cône du Pepandajang, a parcouru 12^{km} en s'étalant, par places, sur 4^{km} de large. D'immenses cratères-lacs, au voisinage de ces grands volcans, en se vidant brusquement, donnent aussi lieu à de véritables éruptions boueuses. Les plus considérables de ces volcans sont pour ainsi dire concentrés dans la partie orientale de l'île. C'est d'abord le groupe du *Tengger* (2915^m), dominé par le Semeru, celui de l'*Idjen* (3330^m), entouré par les cônes élevés de Kukusau, d'Idjen-Merapi, de Randen, de Pendill, de Suketto, et surtout du Roan (3399^m), dont le cratère terminal, toujours fumant, est peut-être le plus profond de tous ceux connus. Tous ces volcans sont entourés de cratères-lacs et de solfatares, dont les plus importantes s'élèvent, celle d'Ardjuns à 3590^m, celle d'Ajang à 3170^m. Un volcan qui jusqu'à présent n'a pas encore donné signe de vie, le *Buluran*, forme la pointe extrême de l'île dans cette direction.

Les éruptions de ces volcans sont, comme on sait, d'une ampleur extraordinaire et d'autant plus remarquables, que les laves en fusion y font pour ainsi dire défaut. Leurs paroxysmes s'annoncent par des secousses formidables qui occasionnent d'effroyables désastres, puis viennent des projections, à des

(¹) LANGREBE, *Naturgeschichte der Vulkane.*

distances considérables, de cendres et de débris. Les vibrations atmosphériques occasionnées par ces explosions sont telles, qu'elles se ressentent à de grandes distances. Celles du Temboro (ou Tembora) dans l'île de Sumbava, en 1815, s'étendirent dans l'île de Sumatra, distante de 900^{km}, tandis que, dans un rayon de 500^{km} autour de la montagne, un épais nuage de cendres obscurcissait la lumière à ce point, qu'il faisait nuit noire en plein midi. L'éruption dernière du Krakatoa a été plus terrible encore; sans parler du grand ébranlement de mer, dont la cause doit être cherchée dans l'effondrement du pic, les ondulations atmosphériques occasionnées par les terribles explosions du 26 août, après avoir brisé des vitres et même renversé des maisons sur leur roûte, à des distances de 850^{km} (1), ont été ressenties à l'observatoire de Berlin par M. Förster, et à Saint-Maur près Paris, où elles ont été notées par des courbes inusitées de l'inscripteur Redier (2).

Les volcans actifs de *Semoya* dans les îles Salomon, de *Tinahoro* dans l'archipel de Santa-Cruz, ceux d'*Ambrym*, de *Loperi*, de *Tanna*, de *Matthew* dans les Nouvelles-Hébrides, les cratères des îles Viti, d'où s'échappent encore d'abondantes sources thermales, en s'échelonnant vers le sud, relient cette région de la Sonde, si souvent agitée par de violentes secousses, à la Nouvelle-Zélande, qui peut compter encore comme un des points les plus actifs de la chaîne volcanique, dans cette partie de l'océan Pacifique. Le volcan toujours actif de *Tangariro*, l'île fumante de *Whakari* dans la baie d'Abondance, le *Ruapahu*, couvert de glaces et de neiges éternelles, le *Taranaki*, qui monte dans les nuages, les geysers jaillissants et les innombrables sources de vapeurs brûlantes du lac *Taupo*, en témoignent.

L'isthme d'Auckland, en particulier, dans l'île septentrionale de la Nouvelle-Zélande, où M. de Hochstetter a pu compter, sur un espace de 600^{kmq}, 63 volcans indépendants, ayant en moyenne 200^{m} de hauteur, peut être considérée comme une des contrées les plus volcaniques de la terre. L'activité volcanique, au lieu de se concentrer en un point unique, s'est ainsi éparpillée dans un grand nombre de petites issues. Aujourd'hui une bonne partie de ces appareils sont transformés en cratères-lacs, dont les eaux, calmes et pures, étincellent comme des miroirs encadrés dans le sol.

Sur le trajet du Tangariro à l'île de Whakari, l'île est tout entière criblée d'orifices volcaniques, la plupart supportés par des édifices élevés. Jadis les Maoris s'étaient retranchés

(1) Sur la terre Aekmaer, en *Passœrœan*.

(2) RENOU, Directeur de l'observatoire de Saint-Maur, *Notes présentées à l'Académie des Sciences* le 21 et le 29 janvier 1884.

dans ces cratères comme dans des citadelles; ils en avaient fait de véritables places d'armes garnies d'un double rang de palissades. Aujourd'hui les fortifications sont rasées, les palissades ont disparu sans retour, le donjon maori est en ruines, et, de même que le cratère semble être la cicatrice du combat de la terre embrasée, ces ruines, avec leurs fossés profonds, sont les cicatrices qui marquent les combats sanglants des peuplades indigènes (1).

C'est également dans cette région où les volcans de boue, les geysers, les sources de vapeurs brûlantes jaillissent en plus de mille conduits, sur les deux versants du Waikato, que se trouve le *Tetarata*, ce geyser merveilleux que nous avons décrit comme un des plus remarquables qui soient au monde.

L'activité volcanique continue ensuite à se révéler dans les contrées polaires sur divers îlots de la mer Antarctique; puis la chaîne, en s'incurvant de nouveau, rencontre, sur les côtes de la terre Victoria, dernier point qu'on ait atteint dans cette direction (2), les grands volcans, découverts par sir James Ross (28 janvier 1841), l'*Erèbe* (3782m) et le *mont Terror* (3800m); l'archipel *Balleny*, avec son pic toujours fumant; enfin, le volcan annulaire de la *Déception*, dans les îles Shetland du sud, situées dans le prolongement du continent américain.

Le cercle se ferme ainsi, entourant comme nous l'avons dit en commençant l'océan Pacifique d'un anneau de feu pour ainsi dire continu.

C'est au centre de cette grande dépression océanique que viennent se placer les célèbres volcans des Sandwich, les plus remarquables qui soient au monde, occupant ainsi, non seulement par leur mode d'activité spécial, mais par leur position, une place à part sur la surface du globe.

Océan Atlantique. — La dépression atlantique n'est pas moins bien partagée; elle comprend une longue série d'îles volcaniques, surgissant à de grands intervalles des profondeurs de cet océan, et qui semblent jalonnées sur une ligne de fracture s'étendant depuis la côte nord-est extrême du Groënland, qui est de nature basaltique, jusqu'à l'île de Tristan d'Acunha, sous le parallèle du cap de Bonne-Espérance. Elle offre ainsi les volcans insulaires de *Jan Mayen* et de *Birds-Island;* ensuite vient *l'Islande,* la reine des îles volcaniques, avec ses neuf volcans et ses nombreux geysers; l'*Hécla,* dont les cendres ont été plusieurs fois transportées en Europe, et le *Skaptar Gökull,* tous deux masqués sous les glaciers, se sont rendus célèbres par la violence de leurs éruptions.

---

(1) De Hochstetter, *Voyage à la Nouvelle-Zélande*, p. 283; 1858-1860.
(2) Lat. S. 77°, long. 167°.

A l'ouest du Portugal, les neuf îles qui composent l'archipel des Açores sont tout autant de volcans, aujourd'hui assoupis, qui, depuis l'époque de leur découverte par les Portugais, ont été bien des fois le théâtre de phénomènes éruptifs d'une grande intensité, soit à l'air libre sur le sol même des îles, soit au fond des mers dans leur intervalle.

Ces éruptions ont élevé, dans les îles de San-Miguel, de Terceira, de San-Jorge, de Fayal, les principales du groupe, un grand nombre de cônes, de scories, creusé de profonds cratères d'où sont issus de puissantes coulées de lave qui, pour la plupart, sont de date si récente, que la végétation, malgré la douceur et l'humidité du climat, ne les a pas encore envahis. Celles qui se sont produites au sein de la mer ont aussi donné naissance à des épanchements de laves et à des amas de scories; mais toutes ces productions fort instables ont été bientôt condamnées à disparaître.

Tel a été le sort de l'amas de scories sous-marin qui, en juin 1867, s'est élevé auprès de l'île de Terceira, après de violentes secousses, qui détruisirent en partie le village de *Serreta;* au bout de quelques mois, ces scories entassées au milieu de l'agitation des flots, démantelées par le choc des vagues, s'étaient à ce point répandues dans les bas-fonds avoisinants, que les sondages effectués sur l'emplacement de leur entassement primitif n'indiquaient aucune variation notable dans la profondeur de la mer, telle qu'elle était connue auparavant.

Avant la découverte des Açores, il y a eu dans ces parages plusieurs éruptions sous-marines, accompagnées de coulées de laves qui ont donné lieu à des édifices plus stables que celui dont nous venons de rappeler la disparition. C'est ainsi qu'on trouve dans ces parages un grand nombre d'îlots plus ou moins étendus qui se présentent dans un état d'intégrité presque complet. Tel est l'îlot *Brazil,* près de Terceire, et celui, moins étendu, de *Branco,* près de Fayal, qui doit sa préservation à la résistance des énormes masses laviques dont il est composé ([1]).

Plus au sud viennent les volcans des Canaries et des îles du Cap-Vert, rendus célèbres par les explorations qu'en ont faites de Humboldt, L. de Buch, Cordier et Charles Sainte-Claire Deville. C'est là où se trouve Ténériffe, creusée d'un vaste cratère d'explosion, au centre duquel se sont édifiés d'immenses cônes de débris, creusés chacun de cratères profonds, qui forment maintenant les pics de *Montaña Blanca* (2659^{m}), de *Chahorra* (3126^{m}) et celui de *Teyde* (3706^{m}), qui, toujours

---

([1]) Fouqué, *Éruptions sous-marines des Açores* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1867.)

fumant, domine le groupe. Au moment où Ch. Sainte-Claire Deville gravissait ses flancs, les fumerolles qui se dégageaient du sommet, portées à 84°, exhalaient une odeur piquante due à l'acide sulfureux.

Les îles du Cap-Vert, qui s'étendent sur une longueur de 290km, sont toutes volcaniques et particulièrement intéressantes. Celle de *Fogo,* la plus importante du groupe, présente une remarquable analogie de structure avec le Vésuve. Le cône actif, qui se signale par sa grande régularité et ses dimensions ([1]), est entouré par un rempart demi-circulaire ouvert au nord-est, entamé comme la Somma par de profonds ravins, et présentant à sa base un fossé continu très profond, en tous points comparable à l'Atrio de Cavallo. Une multitude de cônes adventifs échelonnés sur sa pente nord-est ont laissé échapper de nombreuses coulées de lave, qui, empiétant sur la mer, ont entouré cette portion de l'île d'une ceinture continue de brisants et de récifs. Le volcan de Fogo s'est signalé, en effet, jusqu'au milieu de ce siècle par une grande activité. Le 9 avril 1847, date de sa dernière éruption, sept bouches ouvertes sur ses flancs ont donné lieu à tout autant de coulées qui, se déversant jusqu'à la mer, ont occasionné de grands désastres.

La ligne de feu que nous suivons se rapproche ensuite du continent américain qui présente, en des points très rapprochés de la côte, une série de petites îles volcaniques : *Fernando-Po* où se dresse le pic de Clarence, dont le cratère terminal émet encore des fumées; *Saint-Thomas* et *Annobon,* vaste cratère-lac entouré de cônes de scories. Sur la côte de Guinée, qui fait face, les hautes montagnes de Cameron, faites de laves et de scories, supportent plusieurs volcans actifs encore peu connus. Plus au sud, près de Saint-Paul-de-Loanda, elle rencontre la grande solfatare du *Zambi* et s'écarte ensuite de la côte pour atteindre les îles volcaniques très espacées et aujourd'hui éteintes de l'*Ascension,* de la *Trinité,* de *Saint-Hélène,* de *Tristan d'Acunha,* et enfin celle de *Gough,* qui marque sa terminaison dans le sud.

Océan Indien. — Les îles volcaniques qui s'élèvent dans l'océan Indien sont de même distribuées avec une certaine régularité sur le pourtour de cette grande dépression océanique.

Au nord de Java et de Sumatra, les grands volcans qui dominent à l'ouest le bassin de la mer des Indes, se prolongent, plus au nord, dans l'archipel volcanique des îles Nicobar et de Andaman, qui présentent un certain nombre de cratères actifs.

([1]) Ch. Sainte-Claire Deville donne au pic de Fogo une altitude de 200m au-dessus de la plaine de laves qui l'entoure. (*Loc. cit.,* p. 87.)

L'une d'elles, bien connue, *Barren-Island*, avec son cône toujours fumant, entouré par un rempart demi-circulaire, figurant un immense cratère d'effondrement entr'ouvert sur le côté, a été souvent citée comme un type de volcan insulaire. L'île de *Narcondam*, située au nord (13° lat. N.), n'est autre également qu'un amas de lave sur lequel se dresse un cône haut de 210m encore brûlant. *Tchédouba* (18°41'N.), ainsi que sa voisine *Ramri* (19°N.), près de la côte d'Arakan, sont également volcaniques, et la côte qui fait face, en voie d'exhaussement, est fréquemment secouée par des tremblements de terre.

Il en est de même pour la côte de Coromandel, qui forme la bordure orientale du golfe de Bengale, près de laquelle l'activité volcanique s'est maintes fois traduite par des éruptions sous-marines.

La chaîne se poursuit au delà, dans le golfe d'Oman, sur la côte du Makran, couverte de salses et de volcans de boue, avant de se prolonger dans la mer Rouge, qui peut être considérée comme une dépendance de la mer des Indes.

La presqu'île d'Aden est, en effet, tout entière de nature volcanique, ainsi que l'île *Périm* et *Djebel-tir*, qui commandent l'entrée de la mer Rouge. Sur la côte d'Arabie qui fait suite, on connaît plusieurs volcans actifs. Il en est de même en Abyssinie, où des volcans nombreux étaient en pleine éruption, au temps des Ptolémées. La presqu'île de Somalis en possède également quelques-uns, et de même l'île *Sokotra*, qui fait face au cap Guardafui, supporte un cône parfaitement régulier, dressé à 1500m de haut.

L'Afrique orientale est encore trop peu connue pour qu'il soit possible de dire si la traînée que nous suivons se continue le long de la côte. Au nord du mont Kenia, la grande montagne d'Afrique, on signale des cônes encore brûlants (1); mais on peut reconnaître son passage, avec toute certitude, à la pointe sud de Madagascar et surtout dans les îles volcaniques qui avoisinent cette grande terre. Nossi-Bé, en particulier, située au nord-ouest, est couverte de cratères-lacs, et de volcans dont les coulées, en raison de leur belle conservation, semblent dater d'hier. Elle se poursuit au delà, dans les îles Mascareignes, en rencontrant sur sa route le cratère brûlant qui, dans le sud-est de l'île de la Réunion, peut être considéré comme en activité continue.

Dans le sud, à l'est du Cap, l'archipel des *Crozet* et l'île du *Prince-Édouard*, qui sont tout autant de volcans insulaires, aujourd'hui éteints, indiquent qu'elle se prolonge vers les contrées polaires pour venir aboutir, en passant par l'île volcanique de *Kerguélen*, à la *Déception*, vaste cratère aujourd'hui

(1) Wakefield, *in* El. Reclus, *la Terre*.

échancré et réduit à la condition de mofette, au milieu des glaces polaires, par 62°55′ de latiude sud.

C'est encore au nombre de ces volcans insulaires édifiés, à ces basses latitudes, au sein d'un océan profond par l'accumulation, sur un seul point, d'une longue série de coulées, qu'il faut compter l'île *Amsterdam* et celle de *Saint-Paul,* qui présente encore quelques traces d'une activité qui a dû être considérable, si l'on en juge par l'étendue et la puissance des coulées issues de son cratère, maintenant ébréché et condamné à disparaître. Ce que le feu avait édifié, l'eau s'acharne ainsi à le détruire, et dans cette lutte elle reste victorieuse, quand l'activité interne ne vient plus reprendre possession du domaine qu'elle a depuis longtemps abandonné.

Dépression méditerranéenne. — Indépendamment des trois grandes dépressions océaniques orientées nord-sud, que nous venons de signaler, on sait que le globe se montre sillonné par une zone transversale de dépression, qui, passant par la Méditerranée, fait le tour du globe, interrompue seulement, entre les deux Amériques, par l'isthme de Panama, et se prolongeant, au travers du continent asiatique, par le désert de Gobi et la dépression aralo-caspienne qui se rattache intimement à la Méditerranée. Sur le parcours de cette nouvelle dépression, qui forme ainsi, dans l'hémisphère nord, à peu de distance de l'équateur, une ceinture maritime à peu près continue, les volcans s'alignent encore d'une façon remarquable.

Ce sont d'abord les *Açores* et les *Canaries*, qui, situées en face du détroit de Gibraltar, marquent, en ce point, l'entrée de la Méditerranée. Puis viennent les volcans bien connus de l'Italie : le *Vésuve,* avec ses annexes, au nombre desquels il faut porter *Ischia*, dont le réveil a été terrible en cette année 1883, qui marquera une date funèbre dans l'histoire des volcans napolitains; les îles *Lipari,* avec le *Stromboli* toujours actif, et les solfatares de *Vulcano* et de *Vulcanello;* l'*Etna*, qui s'élève majestueux sur la côte est de Sicile, dominant tout ce groupe; l'*Archipel grec* qui, avec le groupe célèbre de *Santorin,* se compose en majeure partie d'ilots volcaniques.

La chaîne traverse ensuite l'Asie Mineure, qui offre elle-même de nombreux districts volcaniques, pour atteindre le Caucase, dont les deux extrémités, dans la mer Noire d'une part, dans la Caspienne de l'autre, supportent, comme on sait, avec des volcans de boue, des salses et de remarquables dégagements d'hydrocarbures. Au delà, elle se poursuit dans l'Indo-Chine en traversant d'abord l'immense formation volcanique du *Dekhan*, de 25° à 16° lat. N., puis cette grande zone d'affaissement, correspondant au désert de Gobi, qui fait suite à la dépression aralo-caspienne et se trouve bornée au nord

par la grande chaîne des *Monts Célestes*; suivant toute certitude, les volcans aujourd'hui éteints de cette chaîne, tels que le *Pe-chan*, étaient en pleine activité alors que toute cette région était sous les eaux.

Plus loin, elle vient se rejoindre aux îles tributaires du Japon et de la Chine et se souder ainsi à la ceinture éruptive du Pacifique. Il est juste d'ajouter que c'est alors dans son prolongement immédiat que se trouvent, dans la zone tropicale, les volcans des Sandwich, et de même ceux des Antilles, au delà de l'isthme de Panama.

Conclusions. — Nous voici donc arrivés à cette notion que, dans toutes les régions de la Terre, la présence des volcans semble dépendre du voisinage des grandes nappes d'eau, et, de plus, qu'ils sont tous situés sur le bord des zones déprimées, qu'il est légitime de regarder comme les points de moindre résistance de l'écorce terrestre. Tous, en effet, distribués par grandes séries linéaires, comme nous l'avons vu dans les Andes, au Kamtchatka, à Java et dans beaucoup d'autres régions, jalonnent surtout les lignes de brusque dépression qui ne peuvent manquer de coïncider avec un rivage maritime. Or, ces directions ne pouvant manquer de correspondre, en raison du peu de flexibilité de l'écorce terrestre, à des lignes de fracture, c'est à la faveur de ces fentes ouvertes, au voisinage des brusques inflexions du relief du sol, que tendent à s'épancher, au dehors, les masses fluides ou gazeuses contenues souterrainement, en édifiant, autour des orifices de sortie, des cônes parfois gigantesques. Sur chacune de ces fentes, nécessaires comme on sait à la production des phénomènes volcaniques, les volcans se succèdent à la manière des cratères adventifs sur les grands édifices volcaniques, mais avec des dimensions en rapport avec la grandeur d'un phénomène devenu général ([1]).

Il nous reste maintenant à examiner quelles doivent être la nature et surtout l'étendue du foyer interne où viennent s'alimenter les volcans, ainsi que les causes probables de l'ascension des laves et de ces variations dans l'activité volcanique, qui comportent, comme on sait, une succession de paroxysmes et d'intervalles de repos.

([1]) De Lapparent, *Traité de Géologie*, p. 466.

V.

CAUSES DU VULCANISME.

Les volcans, en raison de leur nombre et surtout de la constante uniformité des phénomènes dont ils sont le siège, quand on les considère dans leurs traits généraux, ne peuvent être considérés comme des foyers distincts, alimentés soit par des réactions chimiques, soit par des *lacs intérieurs* de lave, occupant des cavités voisines de la surface, dans le globe terrestre devenu aujourd'hui tout entier solide, ainsi que le veulent certaines théories encore admises actuellement. Ils doivent nécessairement se rattacher à une cause générale, et leur activité doit être cherchée dans les parties profondes de la Terre, où l'on sait qu'il règne une température élevée.

L'accroissement régulier et constant de la température à mesure qu'on s'enfonce dans l'intérieur du sol, la mobilité de l'écorce terrestre bien accusée soit par les tremblements de terre, soit par des mouvements lents d'exhaussements et d'affaissements du sol, sont autant de faits d'observation qui tendent à démontrer qu'à des profondeurs encore inconnues, cette écorce cesse d'être rigide et vient s'appliquer par sa face inférieure sur un bain de matières en fusion.

La belle conception de Descartes, à savoir que la Terre est un astre éteint, développée plus tard avec tant d'éclat par Laplace, en rattachant la formation du globe à la condensation de la nébuleuse solaire, nous indique que ce noyau fluide interne, qui n'est autre qu'un reste de l'état primitif de notre globe, est en voie de refroidissement incessant. Dès lors, les progrès de cette condensation diminuant peu à peu son volume, l'écorce terrestre, pour s'appliquer immédiatement au-dessus, est obligée de racheter son excès de longueur par un *rempli*, c'est-à-dire de se replier sur elle-même, en formant, côte à côte, sur une certaine étendue, un bourrelet saillant et une ride rentrante, ainsi que l'exprime le profil ci-joint (*fig.* 42), qui montre en même temps que les dépressions océaniques deviennent, par suite, l'exacte contre-partie des reliefs continentaux.

L'écorce terrestre porte ainsi partout l'empreinte de ces refoulements latéraux, dus à la contraction du noyau fondu interne, qui ont engendré, par un mouvement simultané, les reliefs montagneux (*reliefs positifs*) et les dépressions océaniques (*reliefs négatifs*). Mais, si elle est flexible en grand, en raison de son peu d'épaisseur, par rapport à la dimension

du globe, il n'en est pas moins vrai qu'elle est formée de matériaux fort peu élastiques, qui ne peuvent céder, sans se rompre, à ces efforts de plissements. Il est bien certain, comme les belles expériences de M. Daubrée l'ont démontré,

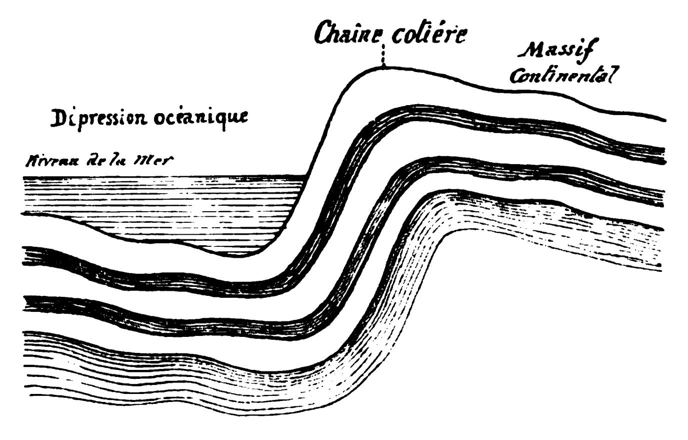


Fig. 42. — Diagramme représentant la disposition réciproque des saillies continentales et des dépressions océaniques.

que tout l'effort de rupture devra se concentrer dans l'abrupte du pli (*fig.* 43), en donnant naissance, en ce point, à des

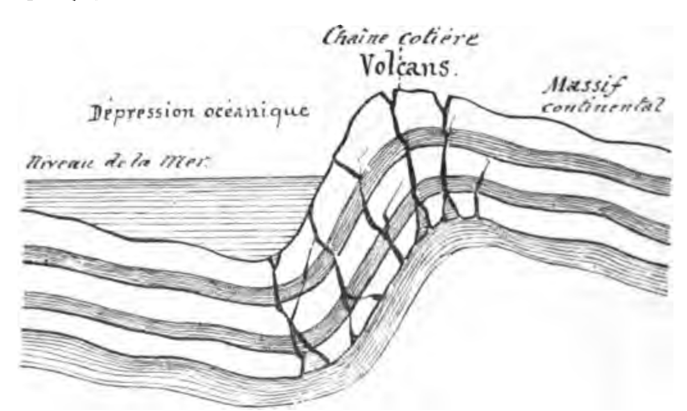


Fig. 43. — Origine des volcans.

champs de fractures, destinés à livrer passage aux masses fluides internes.

De plus, c'est en arrière de ce pli que cette masse sera plus fortement pressée contre l'enveloppe; elle trouvera donc au sommet, où la voûte est rompue, et sur le flanc raide qui s'enfonce brusquement sous la mer, des sillons tout tracés, pour arriver à la surface.

L'origine des volcans et l'ascension des laves s'expliquent ainsi sans difficulté, quand on les rattache, comme il convient, aux grands mouvements de dislocation qui affectent l'écorce terrestre.

Cause des paroxysmes; origine des gaz dégagés. — Étant donné que ce refroidissement de la masse centrale et la contraction simultanée de l'enveloppe solide de la terre se fait d'une façon lente et continue, la sortie des laves, une fois la communication avec la surface établie, devrait, de même, continuer indéfiniment. Or on sait qu'il n'en est rien et que les manifestations volcaniques comportent, au contraire, une succession de paroxysmes et d'intervalles de repos qui semblent n'obéir à aucune loi générale, puisqu'elles varient avec chaque appareil.

Il faut en chercher la cause dans ces dégagements abondants de gaz et de vapeurs, qui, dans chaque éruption, ainsi que nous l'avons vu précédemment, jouent un rôle si considérable et donnent à ces manifestations actuelles de l'activité interne leur caractère le plus franc. Dans ce cas, en considérant d'une part la situation ordinaire des volcans dans le voisinage de la mer ou des lacs salés, le rôle prépondérant joué par la vapeur d'eau dans toutes les éruptions et surtout ce fait, mis bien en évidence par les observations de M. Fouqué, que les produits gazeux dégagés par les volcans sont précisément ceux qui peuvent résulter de l'évaporation ou de la décomposition de l'eau de la mer, on peut invoquer l'intervention des eaux marines.

On conçoit aisément que, dans un sol aussi disloqué que celui qui avoisine les volcans, ces eaux peuvent arriver, soit directement, soit après une étape, dans une région où elles restent encore liquides jusqu'aux masses en fusion. Dans ces conditions de surchauffement, la vapeur d'eau acquiert une tension énorme, et provoque les explosions terribles que nous avons décrites.

En résumé, les manifestations volcaniques, depuis les plus violents paroxysmes jusqu'aux mofettes, s'expliquent et s'interprètent avec une grande facilité, si on les rattache, comme nous venons de le faire, à l'existence du foyer interne, et aux grands mouvements de l'écorce terrestre, qui résultent de son refroidissement incessant.

En dehors de ces deux causes générales, il n'en est aucune qui puisse correspondre à l'ampleur et surtout à l'incontestable unité des phénomènes volcaniques.

TABLE DES MATIÈRES.

9465 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

TABLE DES MATIÈRES.

9465 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

